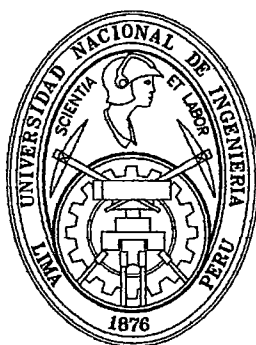


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**“CONSTRUCTIBILIDAD”
HERRAMIENTA PARA EL MEJORAMIENTO
EN LA CONSTRUCCIÓN**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Héctor Percy Llanos Calua

**LIMA – PERU
2006**

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo durante el desarrollo de esta Tesis.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Wilfredo Ulloa Velásquez por su continuo apoyo y orientación durante el desarrollo de la Tesis.

Resumen Ejecutivo

La constructibilidad como una herramienta para el mejoramiento en la industria de la construcción esta muy poco difundida en nuestro medio, esto se pudo constatar durante la búsqueda de la bibliografía, pues esta es muy escasa, para solucionar esta dificultad se tuvo que adquirir información de otros medios donde esta herramienta ha sido desarrollada ampliamente.

Los objetivos de la presente investigación son los siguientes: Difundir y utilizar la constructibilidad como una herramienta de mejoramiento en la construcción, mediante el desarrollo una metodología formal de acuerdo a nuestra realidad para implementar un programa de constructibilidad, tanto a nivel de empresa como a nivel de proyecto. Implementar un programa de constructibilidad a nivel de empresa utilizando la metodología anterior mediante un ensayo de implementación en una pequeña empresa dedicada a la construcción, Estudio de Caso 1. Aplicar los métodos de mejora de constructibilidad durante las operaciones de campo para optimizar el proceso de estos, esta aplicación se realiza durante la construcción de las obras de arte de la rehabilitación de una carretera y durante la planificación de las operaciones de campo durante la construcción de un pequeño edificio multifamiliar, Estudio de Caso 2 y 3 respectivamente.

La metodología para implementar un programa de constructibilidad desarrollada en esta investigación muestra en detalle los pasos necesarios para una implementación eficaz, la metodología brinda un juego completo de 16 herramientas útiles para implementar el programa tanto a nivel de empresa como de un proyecto.

Las herramientas de constructibilidad son divididas en cuatro grupos. El primer grupo formado por una sola herramienta, la cual muestra un enfoque general sobre la metodología de implementación de constructibilidad a través de un diagrama de flujo. El segundo grupo formado por las herramientas de evaluación y valoración, las cuales nos ayudan a evaluar los puntos fuertes y débiles de la constructibilidad, del mismo modo las herramientas de valoración nos ayudan a identificar la presencia de las barreras habituales durante la implementación de la constructibilidad. El tercer grupo formado por las herramientas de documentación, las cuales se utilizan para registrar e informar sobre el avance del programa de implementación. Finalmente el último grupo formado por una herramienta que recopila todos los conceptos y principios de constructibilidad. Este grupo de herramientas puede ser usado por empresas pequeñas, medianas y grandes que se dedican a la industria de la construcción.

La constructibilidad tiene diferentes campos de aplicación durante la factibilidad, diseño, licitación, adquisición (abastecimiento) de materiales y durante la construcción. Pero la mayor influencia en el costo y plazo de un proyecto se produce cuando se incorporan los conceptos de constructibilidad en las etapas iniciales del proyecto.

Las grandes oportunidades para mejorar la productividad de una obra, no sólo se dan durante la etapa de construcción, esta es la primera barrera que tiene que vencer la constructibilidad; estas oportunidades se dan mucho antes, en la etapa de diseño, en la etapa de planificación y más importante aún en las etapas de anteproyecto y factibilidad.

La construcción representa el mayor costo del proyecto lo que implica darle su respectiva importancia. Los problemas de constructibilidad durante las operaciones de campo todavía existen por lo que estos deben ser afrontados de una manera creativa e innovadora.

Los resultados obtenidos en la presente tesis fueron los siguientes:

Implementación inicial de un programa corporativo de constructibilidad en una pequeña empresa, favoreciendo un ambiente adecuado para futuras implementaciones del programa a niveles más altos y confiables, Estudio de Caso1.

Simplificación del proceso, mejorando y/o proponiendo un modo operacional más eficaz para algunas actividades de construcción de las obras de arte de la rehabilitación de una carretera, esto se logro mediante un análisis detallado de constructibilidad para cada operación de campo, Estudio de Caso 2.

Planificación sencilla y eficaz de la construcción de las operaciones de campo de algunas actividades repetitivas durante la fase inicial de la construcción de un pequeño edificio evitando la congestión del personal en obra, Estudio de Caso3.

Esta investigación esta dirigida a personas ligadas a la industria de la construcción denominados mandantes (Ministerios del Estado, Entidades Publicas, Entidades Privadas), empresas consultoras y constructoras, pues de la unión de estos tres gremios proporcionará un ambiente adecuado para la constructibilidad resultando en el logro de los objetivos globales de un proyecto de construcción. Se entiende por mandante al dueño o el que financia el proyecto, los diseñadores y constructores deben formar un solo equipo para garantizar el éxito del proyecto del mandante.

Introducción

Constructibilidad es un término que en inglés se conoce como "Constructibility", y también se encuentra en la bibliografía como "Constructability", términos que en 1,993 han sido traducidos igualmente al español en Chile por Alfredo Sèrpell como "*Constructibilidad*", posteriormente nuestro compatriota Virgilio Guio en 1,997 la denominó Constructabilidad, ambas traducciones tienen la misma interpretación, en este documento utilizaremos la primera de estas interpretaciones.

Constructibilidad es definido por el Construction Industry Institute de EEUU como: "El uso óptimo del conocimiento y experiencia de construcción en la planificación, en el diseño, en la adquisición, y en las operaciones de campo para conseguir los objetivos generales del proyecto".

Constructibilidad consiste básicamente en incorporar personal con experiencia y conocimiento de construcción en las etapas preliminares de un proyecto (planificación, diseño y adquisición), de modo de mejorar la aptitud constructiva de una obra. La aplicación de los conceptos de constructibilidad pueden ser aplicados durante las diversas etapas del proyecto, con la finalidad de modernizar los procesos constructivos convencionales en los casos que quieran mejoramiento técnico, reducir costos, mejorar la calidad, y/o disminución de los efectos nocivos en el medio ambiente.

Entre los acontecimientos más representativos del origen de la constructibilidad se puede mencionar a los siguientes. La constructibilidad como herramienta tuvo como sus primeros orígenes en Londres (1983) donde el CIRIA (*Construction Industry Research and Information Association*) definió el concepto de constructibilidad. Como se mencionó anteriormente en 1986, el *Construction Institute Industry* (CII) de los Estados Unidos propuso una definición con un campo de aplicación mucho más amplio y concreto que la dada por CIRIA. Seguidamente en 1992 el *Construction Institute Industry* de Australia (CIIA), también propuso una definición de constructibilidad. Cabe mencionar que existen otras instituciones y centros de investigación que han contribuido a esta técnica de una manera menos significativa. Actualmente las instituciones que más han desarrollado la constructibilidad son CIIA y el CII.

La constructibilidad se usa en nuestro país como un término, referido principalmente a los procesos constructivos, ignorando su verdadero concepto, la constructibilidad como herramienta para producir mejoramientos en la industria de la construcción está muy poco difundida, siendo utilizado muchas veces este término como una simple palabra de moda. El principal desafío de esta herramienta es la integración de una forma sencilla, automática y permanente de la cultura de diseño y construcción tradicionalmente separadas.

La industria de la construcción de nuestro país, es probablemente una de las industrias que presenta el menor grado de desarrollo frente a otras industrias, manufacturera, textil, etc.; aunque en los últimos años se ha podido apreciar un crecimiento sostenido en algunas empresas e instituciones de nuestro medio. La constructibilidad es considerada en otros países como una de las más significativas oportunidades para mejorar en la industria de la construcción, en Chile por ejemplo se usa el término Constructabilidad con mucha frecuencia, en otros países como España se utiliza el término Constructibilidad.

La constructibilidad y la productividad están íntimamente vinculadas pues mediante una adecuada aplicación de los conceptos de constructibilidad en las diferentes etapas del proyecto dará como resultado el aumento de la productividad durante la construcción. Debe entenderse a la constructibilidad como una herramienta de mejora continua.

Esta investigación ha sido desarrollada a través 6 capítulos y son los siguientes:

Capítulo 1. Se hace una breve descripción de la constructibilidad, concepto, origen, importancia, etc.

Capítulo 2. Se muestra detalladamente la metodología para implementar la constructibilidad tanto a nivel de empresa como a nivel de proyectos.

Capítulo 3. Presenta un conjunto de herramientas utilizadas para una implementación eficaz de la constructibilidad.

Capítulo 4. Se describe las diversas etapas de aplicación de la constructibilidad, así mismo se realiza un análisis de los conceptos de constructibilidad más importantes durante las diferentes etapas de un proyecto.

Capítulo 5. Presenta una descripción de las experiencias realizadas en otros países sobre la aplicación de la constructibilidad, referido principalmente a los costos y beneficios de esta técnica.

Capítulo 6. Debido a la amplitud de las áreas de oportunidad de la constructibilidad, se desarrolla la parte práctica mediante tres "Estudios de Casos", los cuales son explicados detalladamente mas adelante.

Finalmente se desarrolla un listado de conclusiones y recomendaciones más importantes que pueden influir en la constructibilidad de nuestro medio. También se muestra la bibliografía y los anexos para una mejor comprensión del lector.

ÍNDICE

“CONSTRUCTIBILIDAD” Herramienta para el Mejoramiento en la Construcción

Resumen Ejecutivo	22
Introducción.....	24
Capítulo 1: Consideraciones Generales	29
1.1 Constructibilidad.....	29
1.1.1 Concepto.....	29
1.1.2 Orígenes de la técnica.....	30
1.1.3 Constructibilidad: un mecanismo para el éxito.....	30
1.1.4 Productividad.....	31
1.2 Ingeniería de valor.....	32
1.3 Diferencia entre Constructibilidad e Ingeniería de Valor.....	32
1.4 Ingeniería de construcción.....	32
1.5 Importancia de la Constructibilidad en Perú.....	33
1.6 Estructura de la tesis.....	34
Capítulo 2: Metodología para Implementar un Programa de Constructibilidad	35
2.1 Programa de implementación a nivel de empresa.....	38
2.1.1 Compromiso de la empresa para la constructibilidad.....	39
2.1.2 Establecer un programa corporativo de constructibilidad.....	51
2.2 Programa de Implementación a nivel de proyecto.....	56
2.2.1 Obtener capacidades de constructibilidad.....	56
2.2.2 Plan de implementación de constructibilidad.....	61
2.2.3 Implementar la constructibilidad.....	68
2.2.4 Actualizar el programa corporativo.....	70
Capítulo 3: Herramientas de Implementación de Constructibilidad	73
3.1 Diagrama para implementar constructibilidad.....	74
3.2 Matriz de evaluación del programa corporativo de Constructibilidad.....	75
3.3 Matriz de evaluación del programa de constructibilidad de proyecto.....	76
3.4 Lista de verificación de barreras corporativas del propietario.....	77
3.5 Lista de barreras corporativas del diseñador.....	78
3.6 Lista de barreras de una empresa Ingeniería – Adquisición-Construcción (IAC).....	79
3.7 Barreras corporativas del Constructor.....	80
3.8 Lista de barreras de constructibilidad a nivel del proyecto.....	81
3.9 Lista de diagnóstico de barreras de constructibilidad.....	83
3.10 Política de implementación del programa	84
3.11 Estructura organizacional de constructibilidad.....	85

3.12	Formulario de sugerencia de constructibilidad.....	86
3.13	Registro de ideas de constructibilidad.....	87
3.14	Informe del programa de constructibilidad.....	88
3.15	Cláusulas del contrato de constructibilidad.....	89
3.16	Principios de constructibilidad.....	93
Capítulo 4:	Áreas de Oportunidad para la Constructibilidad	95
4.1	Constructibilidad en el Estudio de factibilidad.....	96
4.2	Constructibilidad en el diseño Conceptual y Final.....	97
4.2.1	Constructibilidad en el Diseño Conceptual.....	98
4.2.2	Constructibilidad en el Diseño Final.....	102
4.3	Constructibilidad durante la Licitación.....	106
4.4	Constructibilidad en el Abastecimiento.....	106
4.5	Constructibilidad durante la construcción	108
4.5.1	Método de Investigación.....	110
4.5.2	Constructibilidad durante las operaciones de campo.....	114
Capítulo 5:	Beneficios y costos de Constructibilidad	120
5.1	Beneficios.....	120
5.1.1	Cuantitativos.....	120
5.1.2	Cualitativos.....	123
5.2	Costo del programa.....	124
Capítulo 6:	Estudio de Casos.....	127
6.1	Estudio de caso 1	127
6.1.1	Programa de implementación de constructibilidad a nivel de empresa: LLANOS INGENIEROS SAC	127
6.2	Estudio de caso 2	143
6.2.1	Mejora de operaciones de campo usando constructibilidad: Construcción de obras de arte en un tramo de la Rehabilitación de la Carretera Chamaya - Jaén.....	143
6.3	Estudio de caso 3	188
6.3.1	Constructibilidad durante la construcción de un pequeño edificio	188
Conclusiones y Recomendaciones.....		208
• Conclusiones.....		j208
• Recomendaciones.....		210

Bibliografía.....	211
--------------------------	------------

Anexos.....	213
--------------------	------------

Anexo 1: Ejemplo del uso de la matriz de aplicaciones de Constructibilidad

Anexo 2: Formatos, resultados de la matriz de evaluación del programa corporativo,
Estudio de Caso 1

Anexo 3: Formatos, resultados de la aplicación de la herramienta 7, Estudio de Caso 1

Anexo4: Política de Constructibilidad, Estudio de Caso 1

Anexo 5: Planos, detalles y fotos, Estudio de caso 2

Anexo 6: Planos, detalles y fotos, Estudio de caso 3

Anexo 7: Calculo del ahorro de plazo y costo, Estudio de caso 2 y3

Anexo 8: Resumen de la base de datos de experiencias aprendidas, Estudio de Caso1

Capítulo 1 Consideraciones Generales

Cuando se habla de mejoramientos en la industria de la construcción, se resumen en una sola frase una serie de conceptos, entre los que se incluyen: modernización, innovación tecnológica, competitividad y optimización de procesos, entre otras. De lo que se trata, es de analizar los procesos constructivos en los que se utilizan materiales y técnicas que no han sido renovadas al nivel alcanzado en el campo de la investigación, por las empresas constructoras de la competencia, o en los países con un mayor grado de desarrollo tecnológico. Los mecanismos que generan mejoramientos en la construcción nos ofrecen, por lo tanto, la posibilidad de repensar nuestros procesos constructivos, de manera de mejorar su efectividad y competitividad, de incrementar la calidad de la construcción y reducir sus efectos en el medio ambiente. Esto mediante su optimización, mediante la incorporación de los últimos avances tecnológicos y la optimización de los procesos de construcción.

En principio, a lo que nos referimos con el término "mejoramiento", incluye la optimización de la utilización de recursos (mano de obra y equipo) en la construcción tradicional, la incorporación de herramientas y equipos (mecanización de la construcción), la utilización de materiales innovadores, el desarrollo de procesos constructivos que incluyen sistemas prefabricados in situ o en una fábrica y, en general, aquellos procesos que aumentan el grado de industrialización y productividad en la construcción. Las herramientas para introducir estos mecanismos de mejoramiento se centran en la reingeniería de procesos, el mejoramiento continuo, la ingeniería de valor y en la "Constructibilidad". Muchas de las definiciones anteriores llevan a connotaciones similares; esto se debe, principalmente, a que todos los mecanismos se dirigen hacia los mismos objetivos como son: reducción de costos y tiempos, menor impacto en el medio ambiente, y mayor calidad. El profesional responsable de gestionar estos mecanismos de mejoramiento e innovación tecnológica, se le conoce como ingeniero de construcción.

Dentro de esta gama de mecanismos muchos autores (CII-EEUU, Ghio, Serpell, etc) consideran a la "Constructibilidad" como el mecanismo mas apropiado para conseguir los objetivos anteriormente expuestos y favorecer un marco adecuado para las innovaciones tecnológicas en la construcción.

1.1 Constructibilidad

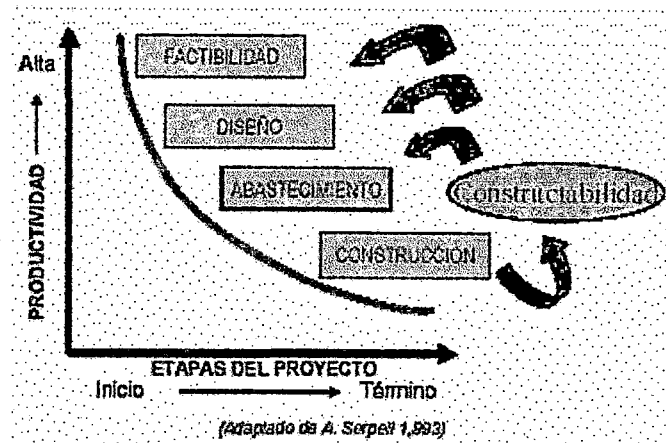
1.1.1 Concepto

Esta herramienta que puede ser convertida a metodología, es un termino que en inglés se conoce como "Constructability" y también se encuentra en la bibliografía como "Constructibility", términos que han sido traducidos igualmente al español como "Constructibilidad" (A. Serpell 1,993) o "Constructabilidad" (V. Guio 1,997) en esta tesis usaremos la primera de estas traducciones.

El CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE EEUU (CII-EEUU) define Constructibilidad en 1986 como el:

"El uso óptimo del conocimiento y experiencia de construcción en la planificación, el diseño, la adquisición, y las operaciones de campo para conseguir los objetivos generales del proyecto".

El gráfico mostrado a continuación representa claramente los efectos de la constructibilidad, se explica de la siguiente manera: La aplicación de la constructibilidad en las etapas iniciales de un proyecto tiene un alto impacto en la productividad y el costo del proyecto que cuando se aplica en las etapas finales como por ejemplo en la etapa de la construcción.



Una definición que podríamos adoptar sobre Constructibilidad en nuestro medio: Como una práctica muy eficiente para lograr mejoramientos en la gestión de proyectos de construcción, práctica que captura los conocimientos operacionales no solo para aplicarlos en la etapa de la construcción, sino sobre todo para aprovecharlas en etapas mas tempranas y de niveles estratégicos como en las etapas de planificación y de diseño.

1.1.2 Orígenes de la técnica

Los primeros registros de esta técnica aparecen cuando CIRIA (*Construction Industry Research and Information Association*, definió en Londres (1983) el concepto de constructibilidad como "la metodología que proporciona al diseño del edificio facilidad de construcción, estando sujeta a todos los requerimientos necesarios para llevarla a cabo." Es una definición centrada en el diseño y la construcción que reconoce la trascendencia de la toma de decisión en la etapa del proyecto.

Seguidamente (1986), el *Construction Institute Industry* (CII) de los Estados Unidos propuso una definición con un campo de aplicación mucho más amplio y concreto que la dada por CIRIA. En 1992 el *Construction Institute Industry de Australia* (CIIA), también propuso una definición de constructibilidad. Estos acontecimientos son los más representativos de los orígenes de la constructibilidad, aunque hay otras instituciones y centros de investigación que han contribuido a esta técnica de una manera menos significativa. Actualmente las instituciones que más han desarrollado la técnica son CIIA y el CII mediante una serie de estudios y publicaciones documentadas sobre las aplicaciones y beneficios de la constructibilidad.

1.1.3 Constructibilidad: un mecanismo para el éxito

¿Por qué perseguir constructibilidad? Algunos autores (CII, CIIA, GHIO, SERPELL), sugieren que constructibilidad puede soportar todos objetivos de proyecto: costo reducido, plazos acortados, la mejora de la calidad, la seguridad, y mejorar la dirección del riesgo.

Los esfuerzos de constructibilidad a inicios del proyecto resultan en una compensación, pero ¿Cuan grande es esta recompensa?

Según una investigación del CII en Estados Unidos, ha citado en sus publicaciones reducciones de costo entre 6% y 23%, ratios de beneficio / costo de 10 a 1 y reducciones de plazos importantes.

En un estudio de caso presentados y documentados por el CII en la publicación *Constructability Implementation Guide* cita ahorros de costo totales instalados de un proyecto de 1.1% con una ratio de beneficio / costo de 10 a 1 y una reducción 10 % en la duración de proyecto, esto es un motivo importante para perseguir constructibilidad.

Constructibilidad es un proceso de mejora continua, actividades, esfuerzos y resultados son evaluados constantemente, actualizados y perfeccionados. Indudablemente constructibilidad queda bien dentro del contexto de los otros tres proyectos: conservación, operabilidad y confiabilidad

1.1.4 Productividad

La productividad puede definirse de varias maneras:

- “La productividad es la relación entre producción e insumo”.¹ La productividad puede utilizarse para evaluar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado.
- “Productividad, es el cociente de la división de la producción entre los recursos usados para lograr dicha producción”.²
- La productividad puede ser definida como la relación “OUTPUT/INPUT”, o sea la relación, entre la producción y uno o varios factores de producción.³
- Los factores de producción usados en la construcción pueden ser divididos en capital, materiales, equipos, trabajo humano y energía.⁴

De las definiciones anteriores, podemos decir que la productividad esta orientada hacia una mejor utilización de los recursos disponibles, pues puede utilizarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un recurso o recursos utilizados. La productividad puede asumir diversos significados, dependiendo de las variables comprendidas. El uso más común de productividad esta referido al trabajo humano, siendo utilizado como factor de producción el tiempo que dura la ejecución de una determinada actividad o conjunto de éstas. La productividad no sólo depende del esfuerzo humanos, sino también de otros factores, como características de los materiales, equipos mejoras técnicas, eficiencia de la organización, etc.

En construcción, la definición de productividad es usada en varios niveles, dependiendo de sus objetivos. La productividad puede ser considerada como un parámetro económico (englobando todo el sector), a nivel de proyectos específicos, y a nivel de consumo de mano de obra en actividades específicas de la obra.

Como parámetro económico, la medición es realizada en unidades monetarias, ya que ésta es la medida común que más fácilmente expresa tanto la producción como los factores de producción anteriormente citados. En proyectos específicos, los factores de producción están compuestos por el trabajo, equipos y materiales. De esta manera la productividad puede ser expresada en m^2/costo , o a través de la inversa de esta relación. En actividades específicas, se usa el trabajo como factor de producción (productividad de la mano de obra). En general es usada la inversa de la relación de entre la producción y el factor de producción (horas – hombre). Así por ejemplo, el número de horas – hombre por m^2 de albañilería o por kilogramo de armadura, son ejemplos de relaciones de productividad.

¹ OIT, Introducción al Estudio del Trabajo, Pág. 4

² GHIO, Virgilio. Productividad en Obras de Construcción, Pág. 22

³ ARANCIABA, Marco. Sistemas de calidad en proyectos de Obras de Edificación, Pág. 9

⁴ DREWIN, F.J Construction Productivity, Pág. 25.

1.2 Ingeniería de valor

La ingeniería del valor se define como "el enfoque organizado y creativo que tiene como objetivo la identificación efectiva de costos innecesarios, como por ejemplo, aquellos costos que no proporcionan ni calidad, ni durabilidad, ni vida útil, ni apariencia ni satisfacen los requerimientos de los clientes" (Miles, 1972).

Como muchos de los conceptos de mejoramiento de la construcción, la ingeniería de valor fue desarrollada durante la segunda guerra mundial, y adoptada con gran éxito por muchos organismos norteamericanos como la NASA y el Army Corps of Engineers.

Los procedimientos para la incorporación de los conceptos de ingeniería de valor no difieren en gran medida de los procedimientos necesarios para la incorporar los conceptos de constructibilidad y los otros mecanismos de mejoramientos de construcción. La Constructibilidad y la Ingeniería de Valor apuntan siempre a los mismos objetivos, teniendo entonces efectos similares.

1.3 Diferencia entre Constructibilidad e Ingeniería de Valor

La constructibilidad se diferencia de la ingeniería de valor (VE), tanto en el alcance como en la manera del análisis del proyecto.

- Constructibilidad es conseguido explotando completamente la experiencia de construcción en el momento oportuno y en un modo estructurado.
- VE tiende a enfocarse en el análisis funcional y costos del ciclo de vida.

Es decir las diferencias claves entre constructibilidad e ingeniería de valor son el tiempo en que estos servicios ocurren y la definición del alcance establecido en el momento del análisis. Constructibilidad es más beneficioso cuando se realiza, antes del establecimiento de un alcance definido, durante las fases iniciales de planificación y diseño. En este momento, los conocimientos de construcción y experiencia son menos restringidos por las decisiones de diseño, y más capaces de afectar el proyecto final. Ingeniería de valor, por otro lado, ocurre durante la fase de desarrollo del diseño y el documento de construcción. En este momento las decisiones críticas de diseño que a menudo determinan los métodos de construcción ya han sido tomadas

Ciertamente las dos técnicas pueden coexistir e incluso complementarse entre sí. Se debe tener presente que el esfuerzo de un programa de VE en curso, no resulta en un constructibilidad automáticamente y viceversa.

1.4 Ingeniería de construcción

Este término no es muy común en nuestro medio, Gerwick en 1986 definió a la ingeniería de construcción como: el arte de aplicar enfoques ingenieriles a las operaciones de construcción.

La ingeniería de construcción incluye: análisis del trabajo a ser ejecutado, selección de métodos y técnicas constructivas, selección de maquinaria y equipo de construcción, coordinación entre las diferentes operaciones a ser ejecutadas en el sitio de trabajo, así como con otros factores ambientales, determinación de procedimientos de control, supervisión e inspección, establecimiento de un sistema adecuado de abastecimiento, etc. La ingeniería de construcción abarca una gran diversidad de áreas dentro de la ingeniería civil, cada una de estas dirigida hacia la optimización de recursos, la

reducción de tiempos y costos de construcción, incremento de la productividad, el mejoramiento de la calidad y la reducción del impacto ambiental.

Dentro de las áreas que abarca la ingeniería de construcción podemos mencionar: la ingeniería de materiales, ingeniería de procedimientos, métodos y sistemas constructivos, la planificación y control de proyectos, el análisis de operaciones de construcción y productividad y la ingeniería para el aseguramiento de la calidad entre otras⁵.

Muchas de las áreas de influencia de la ingeniería de construcción son desconocidas en nuestro país, salvo algunas excepciones. De esto se deduce el grado de precariedad de la introducción de mejoramientos de construcción en las empresas del país en comparación con países desarrollados.

1.5 Importancia de la Constructibilidad en Perú

El nivel de productividad promedio de las empresas peruanas dedicadas a la construcción estaría en el orden del 28% (Virgilio Guio 2001), por lo que se puede apreciar un alto potencial de mejoramiento en la industria local. La constructibilidad como una herramienta de mejora continua esta orientada al logro de los objetivos globales de un proyecto contribuyendo a aumentar la productividad, reducción de costos y plazos, mejora de la calidad, estética y seguridad

Es de vital importancia el respeto mutuo entre las empresas consultoras y constructoras para que trabajen conjuntamente en la mejorara de los niveles de productividad, la empresas deben asumir un rol decidido en el proceso de cambio y que el cambio se encuentra en sus propias manos.

La constructibilidad plantea una rigurosa metodología que ha sido desarrollada ampliamente en otros países y que aplicada adecuadamente a nuestro medio puede generar grandes resultados, la constructibilidad se puede aplicar a cualquier tipo de proyectos de construcción.

La constructibilidad puede ser empleada por empresas pequeñas, medianas y grandes que se dedican a la construcción, no interesa el tamaño de la empresa. Debemos desterrar el prejuicio de que la mejor oportunidad de aumentar la productividad de una obra, no sólo se da durante la etapa de construcción, sino que estas oportunidades se dan mucho antes, en la etapa de factibilidad, planificación y diseño.

Actualmente el Estado licita gran cantidad de obras, empleando el típico esquema de contratación, primero una empresa realiza el diseño y luego se contrata otra para la ejecución, lo que ocasiona gastos de licitación tanto en la etapa del diseño como en la de construcción. La constructibilidad propone otro esquema de contratación "diseño-construcción" donde el manejo del proyecto es realizado por una sola empresa una sola empresa formada por profesionales con experiencia en el diseño y construcción, esto de una manera adecuada contribuirá a la reducción del costo y plazo del proyecto, por lo que el Estado puede ser beneficiado significativamente resultando en el ahorro significativo de dinero en nuestro país.

⁵ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 70

1.6 Estructura de la tesis

Esta tesis ha sido estructurada a través de 6 capítulos, los cuales son descritos brevemente a continuación:

Capítulo 1: Consideraciones Generales. En este capítulo se hace una breve descripción de la constructibilidad, concepto, origen, importancia, etc.

Capítulo 2: Metodología para Implementar un Programa de Constructibilidad. Se muestra detalladamente la metodología para implementar la constructibilidad tanto a nivel de empresa como a nivel de proyecto.

Capítulo 3: Herramientas de Implementación de Constructibilidad. Presenta las un conjunto de herramientas utilizadas para una implementación eficaz de la constructibilidad, estas herramientas han sido agrupadas en cuatro grupos, los cuales se muestran en el capítulo 3.

Capítulo 4: Áreas de Oportunidad para la Constructibilidad. Se describe las diversas etapas de aplicación de la constructibilidad, así mismo se realiza un análisis de los conceptos de constructibilidad más importantes durante las diferentes etapas de un proyecto.

Capítulo 5: Beneficios y Costos de Constructibilidad. Presenta una descripción de las experiencias realizadas en otros países sobre la aplicación de la constructibilidad, referido principalmente a los costos y beneficios de esta técnica.

Capítulo 6: Estudio de Casos. Debido a la amplitud de las áreas de oportunidad de la constructibilidad, se desarrolla la parte práctica mediante tres "Estudios de Casos", los cuales son explicados detalladamente mas adelante.

Después del desarrollo del último capítulo se presenta un listado de conclusiones y recomendaciones más importantes que pueden influir en la constructibilidad de nuestro medio. También se muestra la bibliografía y los anexos para una mejor comprensión del lector.

Capítulo 2 Metodología para Implementar un Programa de Constructibilidad

El desafío de la constructibilidad es la integración de una forma sencilla, automática y permanente de la cultura de diseño y construcción tradicionalmente separadas. La constructibilidad es considerada en otros países como una de las más significativas oportunidades para mejorar en la industria de la construcción. Existe una amplia aceptación de constructibilidad para integrar la experiencia y conocimientos de construcción en la planificación, diseño, adquisiciones para producir mejoramientos significativos.

La metodología que se describe en este capítulo, ha sido desarrollada ampliamente por el Construction Industry Institute (CII) de los EE.UU. Esta metodología proporciona una guía en la planificación, desarrollo e implementación de programas de constructibilidad, tanto a nivel de la empresa como a nivel de proyectos. La metodología está basada principalmente en las publicaciones *Preview of Constructability Implementation* y *Constructability Implementation Guide* del CII referidas al área de constructibilidad, y también sobre los aportes de Ghio y Serpell referidos al tema.

Constructibilidad puede ser aplicada a cualquier tamaño de compañía o de proyecto, es útil en empresas grandes o pequeñas. La metodología para implementar un programa de constructibilidad se puede resumir en 6 acontecimientos que son mostrados en la Fig. 2

- Crear el compromiso dentro de la empresa para implementar el programa de constructibilidad
- Establecer un programa corporativo de constructibilidad
- Obtener capacidades de constructibilidad
- Generar el plan de implementación de constructibilidad
- Implementar el programa de constructibilidad
- Actualizar el programa corporativo

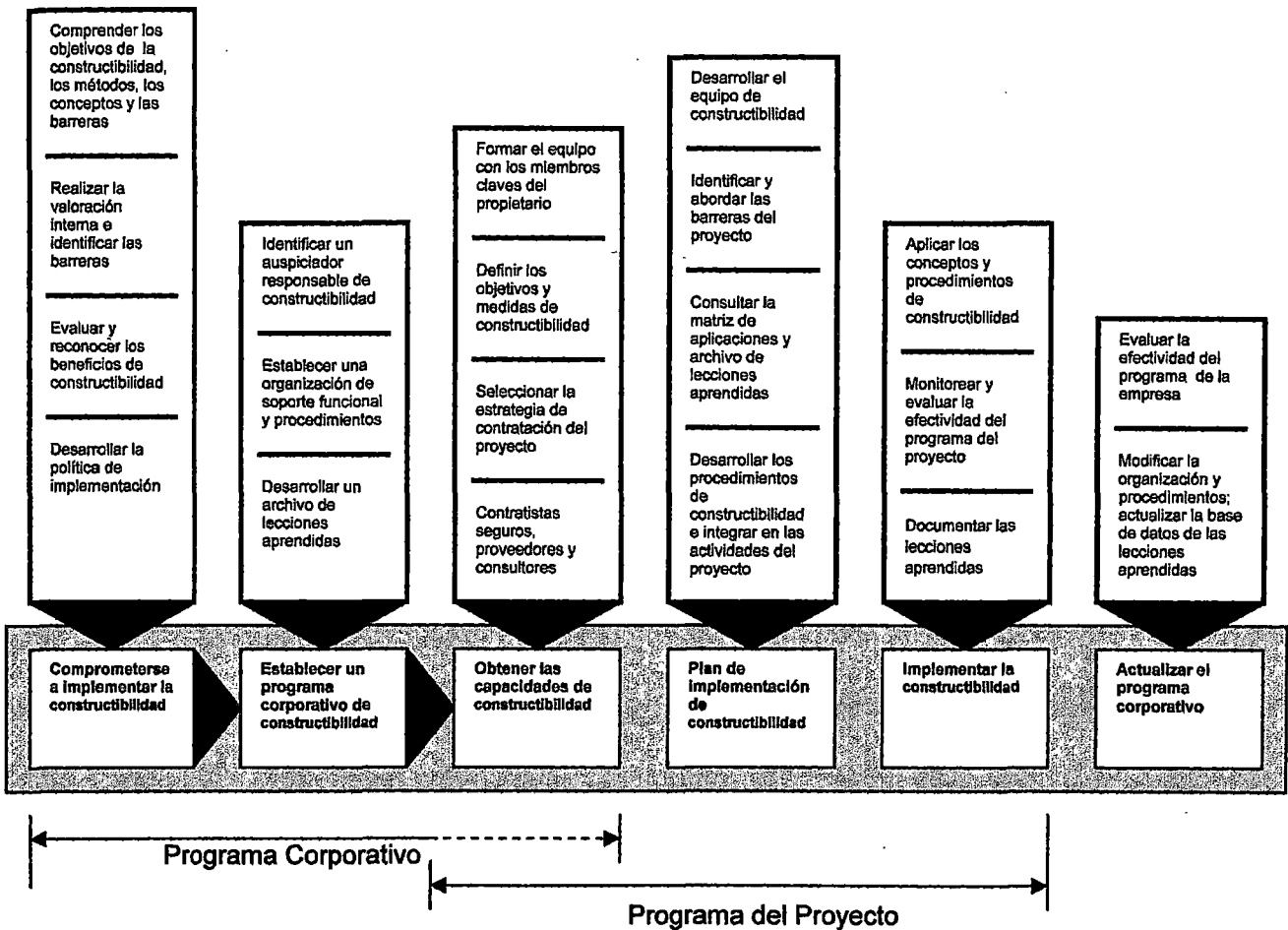
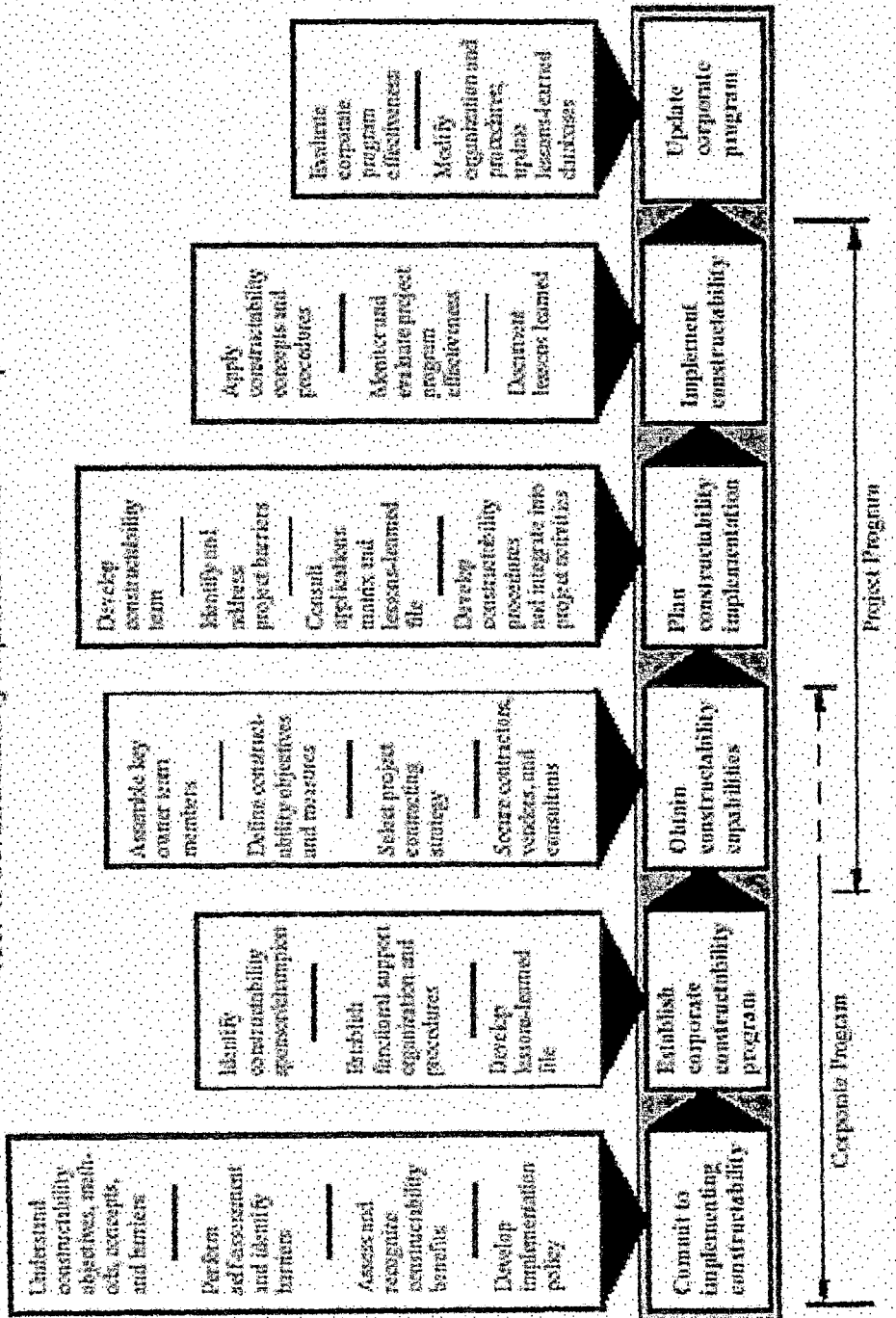


Figura 2 Metodología para Implementar la Constructibilidad
 (* Adaptado CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, 1993, Pág. 6

Tool 1: Constructability Implementation Roadmap



* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, 1993, Pág. 6

2.1 Programa de implementación a nivel de empresa

El programa de implementación a nivel de empresa sirve para establecer una sólida política de constructibilidad, es preferible tenerlo, aunque no es indispensable, para iniciar un programa a nivel de proyectos. Este programa asegura que todos los soportes (apoyos) necesarios estén en su lugar cuando se necesiten. La existencia de una estrategia formal de constructibilidad provee el mejor ambiente para un programa exitoso.

De acuerdo a la experiencia de autores (Ghio y Serpell), respecto a implementación de programas de constructibilidad en empresas chilenas, los programas tienden a generar mayores resultados cuando existe una decisión y un sólido apoyo de la plana gerencial de la empresa.

El programa a nivel de empresa involucra dos acontecimientos:

- Compromiso para implementar la constructibilidad
- Establecer un programa corporativo de constructibilidad

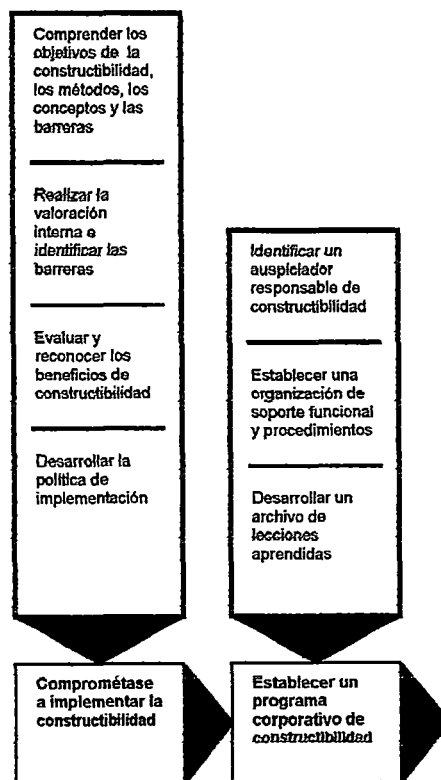
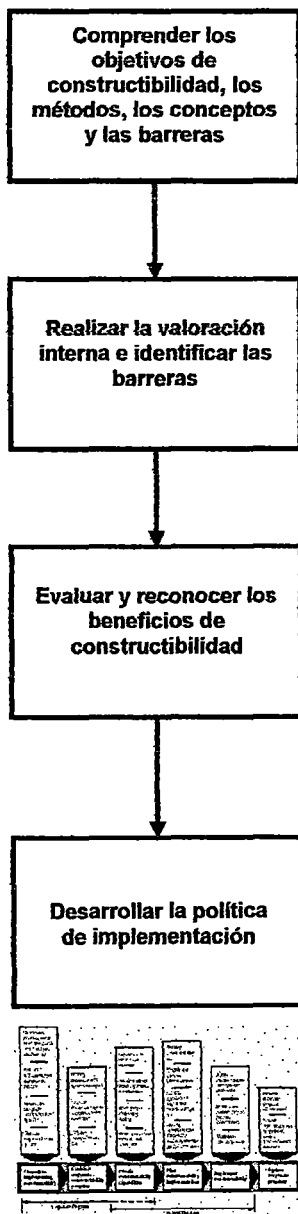


Fig. 2.1 Acontecimientos para implementar el Programa a nivel de empresa
(*Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

* CII-EUUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 7

2.1.1 Compromiso de la empresa para la constructibilidad

El primer acontecimiento fundamental para la constructibilidad es comprometerse decididamente a implementar constructibilidad. Este paso es crítico para mantener un programa exitoso. Sin un compromiso bien desarrollado, extendido y comprensivo de constructibilidad en la organización, los esfuerzos de implementación no serán eficaces. Los pasos involucrados para este fin son mostrados en la figura 2.2 y son descritos a continuación.



- Familiarización de conceptos por parte del personal es indispensable, empezando con la gerencia superior.
- Asegurar que los esfuerzos de conocimiento cubran todos elementos.
- Dirigir sesiones informativas continuadas y seminarios de conocimiento en todos niveles

- Una valoración comprensiva de las prácticas actuales resulta en el conocimiento de los esfuerzos e identificación de las necesidades para la mejora
- Los resultados de la valoración ayudan a clarificar los objetivos del programa identificando los beneficios potenciales del programa en curso.
- Identificación y mitigación de barreras son una parte integral del esfuerzo de constructibilidad.

- Determinar las metas para el esfuerzo de constructibilidad.
- Determinar metas de la compañía para las funciones benéficas cuantitativas de constructibilidad.
- Comprender el significado de los beneficios intangibles.
- Integrar los beneficios esperados en los planes de ejecución.

- Asegurar que la política de implementación incluye todos elementos necesarios.
- Dar visibilidad alta al programa y hacer constructibilidad parte de la cultura de empresa.
- Integrar la constructibilidad con otras actividades y esfuerzos del programa de mejora continua

Fig. 2.2 Pasos para comprometerse implementar constructibilidad
 (* Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 9

Paso 1: Comprender los objetivos de Constructibilidad, los métodos, los conceptos y las barreras

Para afianzar el compromiso de la empresa con la constructibilidad, personal en todos los niveles de la organización deben familiarizarse profundamente con los conceptos, métodos y objetivos de constructibilidad. Estos esfuerzos deben definir las expectativas a largo plazo del programa. Los esfuerzos iniciales deben concentrarse en la alta dirección para asegurar el conocimiento de alto nivel y el compromiso corporativo. Los seminarios y cursos de capacitación en la compañía pueden entonces ser adaptados para difundir el conocimiento en toda la compañía. Los cursos de repaso, periódicos para todo el personal deben ser parte de cualquier programa en curso con el propósito de que los nuevos empleados y nuevos proyectos sean incluidos en el programa de constructibilidad. Para este fin, se deberá:

- "Definir claramente las metas de la empresa con respecto al programa de constructibilidad"¹
- Los principales métodos de constructibilidad que promuevan las discusiones sobre las asuntos relevantes de constructibilidad
- Introducción de los conceptos de constructibilidad y uso de los conceptos de las matrices de aplicación, partiendo del personal de dirección
- Explicación de los beneficios de los esfuerzos exhaustivos de constructibilidad
- Conocimiento de las diferencias entre esfuerzos corporativos (empresa) y de proyecto
- Discusión de las barreras y los problemas que pueden ser encontrados en el programa.
- Informar permanentemente acerca de los avances del programa, así como otros temas relacionados de constructibilidad

Paso 2: Realizar la valoración interna e identificar las barreras

La empresa debe realizar una valoración de las capacidades y prácticas actuales de constructibilidad, en caso de tenerlas, para determinar el nivel de las prácticas actuales de la organización e identificar las necesidades específicas para la mejora.

Enfoque para la valoración interna. Las metas de la valoración interna de constructibilidad se utilizan para medir el alcance de los elementos del programa ("Inputs") y su eficacia usando parámetros de rendimiento ("Outputs"). La figura 2.3 indica estos aportes y productos de constructibilidad.

Los aportes (inputs) abarcan todas las actividades de implementación tanto a nivel corporativo como a nivel de proyecto. Estos esfuerzos incluyen temas como la designación y documentación del programa, uso de los conceptos de constructibilidad y las lecciones aprendidas, la presencia de barreras, etc. Algunos de estos aportes son relacionados directamente a medidas de producto específicas, así como el seguimiento de los efectos la constructibilidad.

¹ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 75

Constructibilidad Program Inputs	Constructibilidad Program Outputs
<p>Corporate Inputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento / designación del programa corporativo de constructibilidad • El compromiso corporativo con la constructibilidad expresado en una declaración de política escrita extensamente distribuida. • Apoyo de la gerencia a los esfuerzos / actividades de constructibilidad • Reconocimiento corporativo de las barreras para la implementación de constructibilidad e identificación de métodos para superar estas barreras • Capacitación del personal de Constructibilidad • Designación de un ejecutivo responsable de constructibilidad • Asignación de personal corporativo a los esfuerzos constructibilidad • Nivel de la documentación del programa de constructibilidad • Los esfuerzos corporativos para registrar y comunicar las lecciones aprendidas de constructibilidad • Esfuerzos corporativos para promover el conocimiento y la implementación de tecnologías de construcción avanzadas • Referencia de documentos de contrato para la constructibilidad • Esfuerzos corporativos para estar al día de los efectos de ahorros de los esfuerzos de constructibilidad <hr/> <p>Project Inputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento / designación a nivel de proyecto del programa de constructibilidad • Reconocimiento a nivel del proyecto de las barreras para la implementación de constructibilidad e identificación de métodos para superar estas barreras • Entrenamiento del personal de Constructibilidad • Asignación de personal al proyecto para los esfuerzos de constructibilidad • Nivel de la documentación de programa de constructibilidad • Esfuerzos de proyecto para registrar y comunicar las lecciones aprendidas de constructibilidad • Referencia para documentos de contrato en la constructibilidad • Esfuerzos de proyecto para estar al día de los efectos de ahorro de los esfuerzos de constructibilidad • La naturaleza y aportes de los esfuerzos de a nivel de proyecto • Implementación de conceptos de constructibilidad 	<p>Project Outputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad coleccionada de ideas / sugerencias de constructibilidad, implementadas o agregadas a la base de datos de lecciones aprendidas. • Nivel de participación de constructibilidad del personal del proyecto • Ahorros del proyecto debido a los esfuerzos de constructibilidad: <ul style="list-style-type: none"> - ahorros monetarios - ahorros de programa - reducción de HH (Horas-hombre) • Mejora del rendimiento debido a los esfuerzos de constructibilidad: <ul style="list-style-type: none"> - valoraciones cualitativas de la eficacia de disposición de sitio - valoraciones cualitativas de la planificación de adquisición de materiales - valoraciones cualitativas de las relaciones entre las partes <ul style="list-style-type: none"> - reducción de los errores de trabajo rehecho - la reducción del cambio ordenes - reducción de reclamos - calidad más alta del producto terminado • Los problemas que podían haber sido prevenidos con la correcta implementación de constructibilidad: <ul style="list-style-type: none"> - Presupuestos o programas irrealistas - Contratar o subcontratar las dificultades - Doble manejo de material o equipo - Problemas de especificación - Demora y problemas de acceso - Problemas de tolerancia - Problemas con las interferencias físicas - Problemas evitables relacionados con el clima - Insatisfacción de las expectativas del cliente • Resistencia de Barreras encontradas en Constructibilidad <ul style="list-style-type: none"> - La cantidad grave de barreras identificar - Eficacia de los métodos para superar barreras - Cantidad de barreras a combatir

Figura 2.3 Inputs & Outputs del programa de Constructibilidad
 (*Adaptado del CII, SD-85, 1993)

* SD-85: Constructability: program assessment and barriers to implementation, Pág. 26

Los productos (Outputs) brindan medidas tanto cuantitativas como cualitativas respecto al rendimiento de programa (es decir la eficacia de los aportes). La mayoría de parámetros de rendimiento cuantitativo evalúan los factores a nivel de proyecto; vinculando estos factores de proyectos que ocurren en el nivel corporativo para ayudar estar al día con la eficacia de programa en su conjunto.

Quince significativos parámetros tanto corporativos como de proyecto para un programa de constructibilidad son mostrados en la Figura 2.4. Estos 15 parámetros son divididos en cuatro clasificaciones muy importantes:

• **Cultura de la empresa:**

- Reconocimiento de alto nivel y designación oficial de los esfuerzos de constructibilidad
- Existencia de una política muy visible, extendida y escrita que declara el compromiso de la organización con la constructibilidad.
- Conocimiento y apoyo de la gerencia a la constructibilidad
- Presencia, reconocimiento y esfuerzos para superar las barreras y problemas que inhiben la constructibilidad
- Periódico corporativo y entrenamiento de personal del proyecto para comprender e implementar la constructibilidad

• **Personal:**

- Designación y soporte de un ejecutivo responsable de constructibilidad
- Existencia de una organización de soporte de constructibilidad corporativa eficaz
- Roles y responsabilidades de Constructibilidad sobre proyectos especiales

• **Documentación y seguimiento:**

- Documentación de los procedimientos de constructibilidad y los esfuerzos en la empresa y niveles de proyecto
- Los esfuerzos para captar y comunicar las lecciones de constructibilidad aprendidas.
- Uso y difusión de conocimientos sobre tecnologías de construcción avanzadas
- Referencia de la constructibilidad en documentos de contrato
- Esfuerzos para seguir los ahorros u otros efectos producidos por los esfuerzos de constructibilidad

• **Implementación**

- La naturaleza de los esfuerzos de la implementación a nivel de proyecto y aportes de constructibilidad
- Proyecte la implementación de los conceptos de constructibilidad

Así mismo son definidos cinco niveles del programa de madurez definida por diferentes niveles de implementación de cada uno de los 15 parámetros antes mencionados son mostrados en la figure 2.4. La figura también exhibe estos niveles de clasificación. Las descripciones del programa son:

• **Nivel 1: ningún programa**

- Falta de conocimiento o comprensión de constructibilidad
- Falta del soporte para constructibilidad
- Ningún esfuerzo de constructibilidad

Parametros C: Corporativo P: Proyecto		Clasificación del programa				
		1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
I: CULTURA CORPORATIVA	A. Designación del programa (C/P)	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
	B. Declaración de política corporativa (C.)	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
	C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad (C.)	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
	D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad (C/P)	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos, puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
	E. Capacitación del personal de Constructibilidad (C/P)	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar; profundamente involucrada en la cultura de la empresa
II: PERSONAL	A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad (C.)	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
	B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad (C.)	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada
	C. Rol del Coordinador de Constructibilidad del Proyecto (P)	No identificado	Identificado a medio tiempo, responsabilidad muy limitada	Posición de medio tiempo o completo, responsabilidades varían de acuerdo al tamaño, tipo y participantes del	Posición de medio tiempo o completo, responsabilidades varían de acuerdo al tamaño, tipo y participantes del proyecto	Posición de tiempo completo, tiene el rol más importante del proyecto
III: DOCUMENTACION/SEGUIMIENTO	A. Documentación del Programa de Constructibilidad (C/P)	Ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
	B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad (C/P)	Ninguna	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente vía oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
	C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas (C.)	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamente de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
	D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato (C/P)	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Items estándares en todos los contratos	Items estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
	E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monetarios (C/P)	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o items seleccionados, puede seguir las ideas mas importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos
IV: IMPLEMENTACION	A. Naturaleza de los esfuerzos y aportes a nivel de proyecto (P)	Ninguna	Enfoque reactivo, limitado por la mentalidad de revisión, falta de comprensión de los beneficios proactivos	Consciente del enfoque proactivo de los beneficios más importantes, los esfuerzos varían por tipo de proyecto	Esfuerzos proactivos en todos los proyectos, rutinariamente consulta las lecciones aprendidas	Agresiva, esfuerzos proactivos a comienzos del proyecto, rutinariamente consulta las lecciones aprendidas
	B. Implementación de conceptos de Constructibilidad (P)	Ninguna	Algunos conceptos usados periódicamente, a menudo son considerados demasiado tarde para ser usados	Conceptos seleccionados aplicados regularmente, uso completo, el oportuno aporte varía a través de proyectos	Todos los conceptos sistemáticamente considerados, la implementación oportuna de conceptos viables	Todos los conceptos sistemáticamente considerados, continuamente evaluados, agresivamente implementados

FIG. 2.4 MATRIZ DE EVALUACION DEL PROGRAMA DE CONSTRUCTIBILIDAD (*Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

* CII-EUUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 13

• **Nivel 2: Aplicación de soportes seleccionados**

- Conocimiento o comprensión limitada de constructibilidad
- Apoyo limitado de constructibilidad
- La necesidad para la participación proactiva de constructibilidad es comprendida pobremente
- Los esfuerzos de Constructibilidad están sobre la base de proyecto por proyecto sin apoyo corporativo y transferencia limitada de las ideas entre proyectos

• **Nivel 3: Programa informal**

- Conocimiento de los beneficios de constructibilidad
- Esfuerzos limitados por el apoyo en la compañía y posiblemente por factores restrictivos externos (falta de la financiación)
- Esfuerzos obstaculizados por una falta percibida del beneficio de un enfoque exhaustivo de constructibilidad

• **Nivel 4: Programa formal**

- Esfuerzo comprensivo de constructibilidad con el apoyo corporativo a tiempo completo
- Un poco de resistencia cultural y algunas barreras para la implementación todavía podrían existir
- Un sistema exhaustivo de seguimiento de los beneficios puede concentrarse excesivamente sobre los efectos cuantitativos

• **Nivel 5: programa formal exhaustivo**

- Implementación de constructibilidad, exhaustiva, eficaz y en el momento oportuno sobre todos proyectos
- Confianza generalizada de los beneficios de los esfuerzos previos
- Constructibilidad es parte de la cultura de empresa
- Sistema exhaustivo de seguimiento de beneficios que se concentra en productos "Máxima valor" seleccionados del programa

Los niveles 3, 4 y 5 caracterizan varios grados de programas de constructibilidad exitosos. El nivel 5 es obviamente el nivel preferido y recomendado de la implementación de constructibilidad. Sólo en este nivel de esfuerzos se obtiene beneficios completos. Para esos programas que operan en niveles más bajos, la implementación del nivel 5 puede ser vista como un punto de referencia. Los programas en niveles más bajos se beneficiarán del programa considerablemente mientras se esfuerzan por llegar al nivel 5.

Herramientas de valoración, procedimientos y niveles del esfuerzo. La valoración del programa de Constructibilidad debe involucrar una variedad de personal desde las funciones organizativas y de diferentes niveles en la empresa. Haciendo que la valoración puede abarcar diferentes perspectivas, puntos de vista, conocimiento y la experiencia y por consiguiente ser verdaderamente representativo de la empresa o de las prácticas de implementación en un proyecto.

Para una valoración exhaustiva, las organizaciones deben usar una variedad de métodos y procedimientos, como las entrevistas, los cuestionarios, las revisiones post-proyecto, las revisiones de procedimiento y otros métodos. Todos métodos deben estar bien definidos y apropiadamente documentados para facilitar la evaluación consecuente de las respuestas en el tiempo.

Cuando se implementa el primer programa de constructibilidad, una revisión intensiva de las prácticas actuales debe ser emprendida. La valoración del programa de Constructibilidad requiere dos niveles de evaluación que son mostrados en la figura 2.5. El paso 1 es una evaluación a nivel general de todos parámetros importantes identificados. El paso 2 involucra la evaluación "detallada" seleccionada de los parámetros particulares. Figure 2.5 identifica áreas donde los esfuerzos de evaluación significativos deben ser enfocados

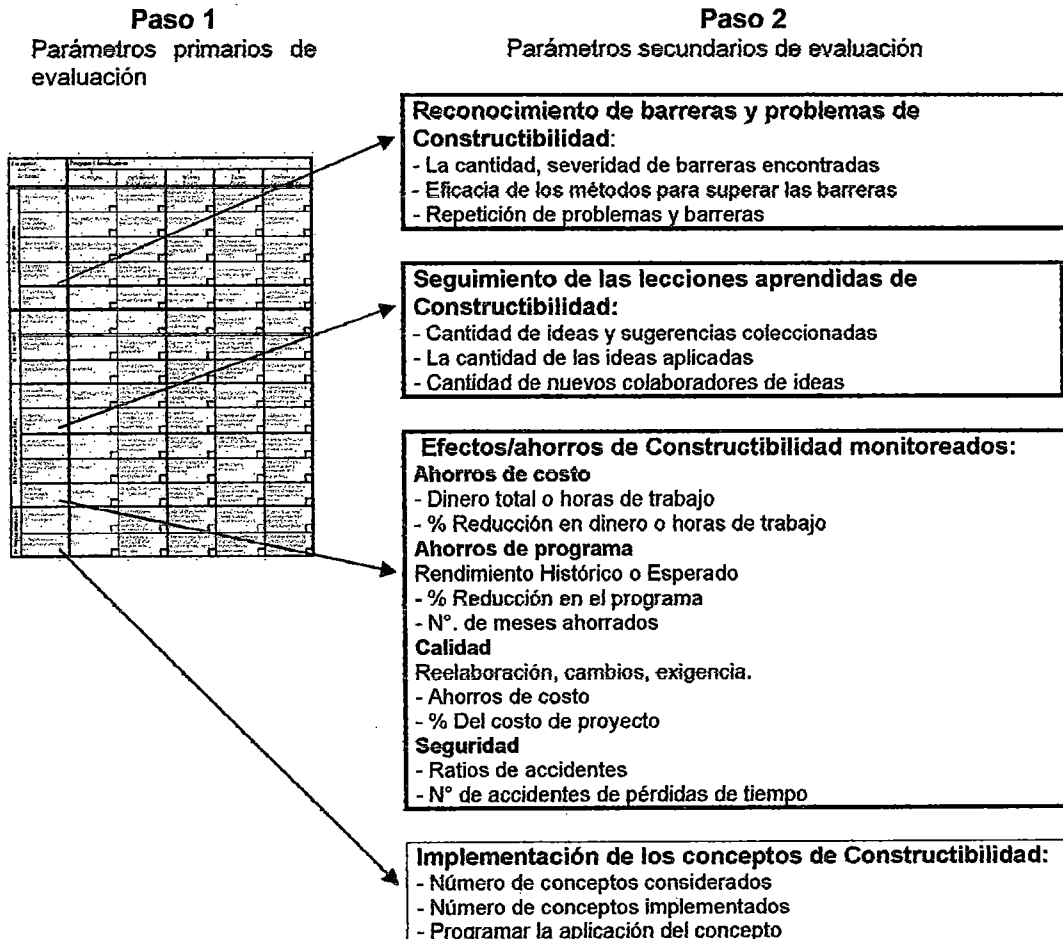


Fig. 2.5 Parámetros de evaluación

El listado de criterios de valoración descritos antes puede ser usado como una herramienta de valoración paso a paso. Estas herramientas pueden ser usadas para proveer una valoración cualitativa de los esfuerzos de implementación de constructibilidad y su eficacia. El paso 2, por consiguiente, involucra la evaluación importante y cuantitativa de los parámetros seleccionados. A menudo estos ítems son difíciles de medir precisamente. Idealmente, los esfuerzos de seguimiento deben concentrarse sólo en las ideas de "Máximo valor" en lugar de las prácticas de contabilidad exhaustivas

Barreras de Constructibilidad

Una "Barrera" de constructibilidad es cualquier inhibidor importante que previene la implementación eficaz del programa de constructibilidad¹. De un estudio de 62 compañías en EEUU que fueron consultadas para que identifiquen las cinco barreras de constructibilidad que ellas consideren las más importantes en su empresa o sobre proyectos en ellas estaban realizando. De la lista inicial de 42 barreras, 18 barreras fueron constantemente identificadas por los participantes como importantes. Estas barreras son mostradas en la tabla 2.1.

Barrera Clasif.	Descripción (n=62 compañías)	FREC. %
1	Aceptación del status quo	35
2	La negativa de invertir dinero adicional y esfuerzo en etapas de proyecto tempranas	35
3	Limitaciones a suma alzada de contratación competitiva	31
4	Falta de experiencia de construcción en empresas de diseño	23
5	La percepción de diseñador "Lo hacemos"	19
6	Falta del respeto profesional entre diseñadores y constructores	19
7	Aporte de equipo de construcción es pedido demasiado tarde para ser valioso	19
8	La creencia de que no hay ningún beneficios demostrados de constructibilidad	18
9	La falta conocimiento potencial de constructibilidad de los propietarios	16
10	Los objetivos de diseño mal dirigidos y las medidas de rendimiento del diseñador	15
11	La percepción de propietario "Lo hacemos"	15
12	Falta del compromiso verdadero para constructibilidad	15
13	Falta de conocimiento comprendido de conceptos de constructibilidad por el diseñador	15
14	Destreza de comunicación malas de los constructores	15
15	Falta de documentación y recuperación de "Lecciones aprendidas"	13
16	Falta de la equipo de construcción o hacer pareja	13
17	Poco oportuno el aporte del constructor	13
18	Las personas correctas suelen estar no disponibles	11

Tabla 2.1 Barreras más comunes de Constructibilidad
 (*Adaptado del CII, SD-85, 1993)

Las barreras de constructibilidad deben ser identificadas y eliminadas para la implementación exitosa de constructibilidad. La identificación de barreras ocurre durante los procedimientos de la valoración interna en la organización.

Del la tabla anterior según experiencia de Ghio y Serpell, en Chile y el resto de América del Sur estas barreras se repiten de manera muy similar. Este listado no es definitivo pues constantemente se debe revisar y evaluar para la superar las nuevas barreras que surgirán.

La tabla 2.2 describe las 18 barreras más comunes identificadas, muestra dónde ellas ocurren y enumeran los síntomas que indican la presencia de esta. Las barreras de Constructibilidad son evidentes en todas las empresas, en todos niveles, tanto dentro de organizaciones corporativas como de proyecto. Cuatro diferentes tipos de barreras fueron anotados: culturales, de conocimiento, de procedimiento, de incentivo.

Una vez que las barreras son identificadas, pueden ser mitigados o superadas con las métodos específicos. Las recomendaciones para superar las barreras han sido evaluadas para las siete más comunes. La tabla 2.3 muestra estas recomendaciones, incluyendo al menos una táctica para cada barrera. La tabla también describe donde la barrera está presente y hace una lista del tipo de barrera (cultural, conocimiento, procedimiento, incentivo). Definitivamente, la tabla perfila donde estas técnicas deben integrarse con la metodología de implementación.

¹ SD-85: Constructability: program assessment and barriers to implementation, Pág. 63

Rango	Barreras (18 barreras mas comunes identificadas listadas en orden decreciente de su ocurrencia)	Organización afectada			Síntomas Indicadores de que la barrera esta presente
		P	D	C	
1	Aceptación del status quo	X	X	X	• "Sobre Satisfacción" con el rendimiento; la falta del interés en nuevos enfoques, nuevas ideas; ningún tiempo para pensar estratégicamente
2	La renuencia de invertir dinero adicional y esfuerzo en etapas de proyecto tempranas	X			• El enfoque principal sobre la rentabilidad de corto plazo; los procedimientos de financiación muy incómodos
3	Limitaciones a suma alzada de contratación competitiva	X			• Poca voluntad para estudiar/ permitir otras estrategias de contratación; esquemas de contratación muy restrictivos
4	Falta de experiencia de construcción en empresas de diseño		X		• Conocimientos de construcción son considerados poco valiosos para empresas de diseño; pocas oportunidades para visitar el sitio por los arquitectos y diseñadores
5	La percepción del diseñador "Pero si ya lo hacemos"		X		• Los procedimientos de revisión de diseño considerados adecuados para constructibilidad
6	Falta del respeto profesional entre diseñadores y constructores		X	X	Las relaciones adversarias, exclusivista, irrespetuosa entre personal; la interacción mínima entre personal
7	Aporte de equipo de construcción es pedido demasiado tarde para ser valioso	X	X		• Ninguna participación de construcción o conocimiento, en etapas iniciales del proyecto; se trabaja con revisiones del diseño una vez que esté esta terminado
8	La creencia de que no hay ningún beneficios demostrados de constructibilidad	X	X	X	• Negativa de incluir esfuerzos de constructibilidad en esfuerzos de proyecto hasta que relación costo beneficio este probada
9	La falta conocimiento potencial de constructibilidad de los propietarios	X			• Ninguna comprensión de la amplitud de los problemas y esfuerzos de constructibilidad
10	Los objetivos de diseño mal dirigidos y las medidas de rendimiento del diseñador		X		• Promover reducciones de costos de diseños a expensas de los costos del proyecto
11	La percepción del propietario "Pero si ya lo hacemos"	X			• Satisfacción con los esfuerzos actuales, ningún deseo de mejorar o incrementar la eficacia; ningún benchmarking del rendimiento
12	Falta del compromiso verdadero para constructibilidad	X	X	X	• Se usa constructibilidad como una palabra de moda; constructibilidad fuera de la cultura de empresa, sin hacer realmente un esfuerzo sistemático y eficiente para implementar los cambios
13	Falta de conocimiento comprendido de conceptos de constructibilidad por el diseñador		X		• Ninguna comprensión de la amplitud de los esfuerzos de constructibilidad y los problemas
14	Destreza de comunicación pobre por parte de los constructores			X	• Fracaso para presentar ideas a los miembros del proyecto en un modo crítico y utilizable
15	Falta de documentación y recuperación de "Lecciones aprendidas"	X	X	X	• Ningún sistema para documentar o métodos ineficaces para documentar las lecciones; rápidamente para "Cerrar el archivo" sobre un proyecto
16	Falta de la equipo de construcción o compañerismo	X	X	X	• Ninguna referencia para el enfoque de equipo
17	Aporte poco oportuno del constructor			X	• La falta de los esfuerzos previsoires; el enfoque sobre la revisión de construcción de dibujos terminados
18	Las personas correctas suelen estar no disponibles	X	X	X	• Asignación informal o no deliberada de personal de constructibilidad

TABLA 2.2 Descripción de las barreras comunes de constructibilidad.

(*Adaptado del CII, SD-85, 1993)

P: Propietario
 D: Diseñador
 C: Constructor

Además de ser relativamente fácil de implementar, estas tácticas son consideradas de gran impacto sobre la barrera.

Barrera	Recomendación para superar la barrera	Donde es eficaz		Tipo de barrera				Actividades de la metodología
		Corporativo	Proyecto	Cultural	Procedimiento	Conocimiento	Incentivo	
1. Aceptación del status quo	Designar un sólido programa de defensa	X		X		X		Identificar al auspiciador responsable de constructibilidad
2. Negativa de invertir dinero adicional y esfuerzo en etapas iniciales del proyecto	• Promover la actitud de que la constructibilidad debe ser vista como una oportunidad de inversión con el retorno correspondiente más adelante	X	X				X	Evaluar y reconocer los beneficios de constructibilidad Definir los objetivos y medidas de constructibilidad
	• Incluir a la constructibilidad como parte de una respuesta de oferta usual y el costo de control de rendimientos de esfuerzos.		X		X	X		Seleccionar la estrategia de contratación del proyecto
3. Limitaciones a suma alzada de contratación competitiva	• La relación mandante/diseñador adquiere la especialización interna de construcción para la contribución durante el diseño.		X		X	X		Reunión clave del propietario y miembros del equipo Desarrollar el equipo de constructibilidad
	• Desarrollar una breve lista de contratistas que ofrecen aportes de constructibilidad a cambio de la oportunidad de estar sobre la lista breve de postores.		X		X			Seleccionar la estrategia de contratación del proyecto Contratistas serios, proveedores y consultores
4. Falta de experiencia de construcción en empresas de diseño	• Los ingenieros de campo deben comunicar los problemas constructivos a la oficina de los ingenieros diseñadores.		X	X	X			"Consultar la matriz de aplicaciones y las lecciones aprendidas"
	• Cierre del "Bucle de proyecto" recibiendo la retro alimentación del campo y estando al día con las lecciones aprendidas.		X	X	X			"Documentar las lecciones aprendidas"
	• Modificar las prácticas de dirección del diseño para elevar la visibilidad de los problemas de constructibilidad.	X		X		X		"Desarrollar la política implementación" "Definir los objetivos de constructibilidad y las medidas"
5. La percepción del diseñador "Pero si ya lo hacemos"	• Asegurar que el conocimiento exhaustivo de constructibilidad debe ser realizado antes de evaluar la suficiencia de los esfuerzos.	X				X		"Comprender los objetivos de constructibilidad, los métodos, los conceptos, y las barreras"
6. Falta del respeto profesional entre diseñadores y constructores	• Promover activa y eficazmente un equipo de construcción entre el personal de proyecto.		X	X				"Desarrollar el equipo de constructibilidad"
	• Establecer la presencia de constructor en el proceso de diseño antes de que el orgullo de la autoría se desarrolle		X	X	X			"Desarrollar procedimientos de constructibilidad e intégrese en las actividades de proyecto" "Seleccionar la estrategia de contratación de proyecto"
	• Guarde el proyecto equipo enfocado sobre los objetivos comunes y los procedimientos aceptados en vez de personajes.		X	X				"Orientar al equipo de constructibilidad de proyecto para llevar a cabo formar el equipo de construcción"
7. Aporte del equipo de construcción es pedido demasiado tarde para ser valioso	• Considerar al conocimiento como una necesidad para la participación temprana de la construcción	X				X		"Comprender los objetivos de constructibilidad, los métodos, los conceptos, y las barreras"
	• Incluir la constructibilidad como una actividad temprana en un plan de circulación de actividad de proyecto formal o metodología	X	X		X			Todas las actividades de la metodología
	• Incluir a personas con importante experiencia de construcción al equipo de proyecto desde el principio.	X	X		X			Reunión clave del propietario y miembros del equipo " "Escoger la estrategia de contratación de proyecto"
Suma de recomendaciones eficaces en cada categoría		7	11	7	8	6	1	

TABLA 2.3 Resumen de las recomendaciones para superar las barreras más comunes
 (*Adaptado del CII, SD-85, 1993)

* SD-85: Constructability: program assessment and barriers to implementation, Pág. 116

Paso 3: Evaluar y reconocer los beneficios de Constructibilidad

Antes de desarrollar la estrategia de implementación de un programa de constructibilidad, las metas específicas de la empresa deben ser establecidas e identificadas por todos los miembros de ésta. Tales metas deben promover:

- Promover una visión unificada para el programa de la organización
- Provocar el entusiasmo dentro de la organización
- Actuar como una fuente de motivación para los esfuerzos de constructibilidad

Las metas de la compañía deben ser identificadas para cuantificar los beneficios del programa, las cuales son generalmente específicas para un proyecto, y están definidas en términos del porcentaje de reducción de costos, porcentajes horas-hombre ahorradas, reducción de la duración del programa, ahorros de dinero, porcentaje de reducción de trabajo rehecho y eliminación de demoras causadas por problemas de adquisición; de tal forma de verificar resultados cuantificables como resultado del esfuerzo de constructibilidad².

Los beneficios intangibles de constructibilidad son tan importantes como los beneficios cuantitativos, y por consiguiente deben ser reconocidos adecuadamente. Éstos incluyen presupuestos y programas más exactos, mejora de la disposición de sitio, mejora de las relaciones del equipo de proyecto y otros más. El CII (1993) especifica que ha encontrado los siguientes rangos de ahorros en proyectos que han seguido programas constructibilidad:

- Reducción de los costos totales del proyecto de 1-11%
- La reducción del plazo total del proyecto de 5-10%
- La relación beneficio/costo, bien documentadas y cuantificada de 10:1

Muchos beneficios de constructibilidad no fueron seguidos en los proyectos, los ahorros fueron más allá de esos rangos documentados. Por lo tanto, los números documentados pueden subestimar los beneficios verdaderos de constructibilidad. Los beneficios cualitativos adicionales reconocidos sobre los proyectos incluían las mejoras producidas por la constructibilidad como seguridad, programas, costo y la calidad³.

Paso 4: Desarrollar una política implementación

La política de implementación de un programa constructibilidad a nivel gerencial levanta la atención y el interés del resto de miembros de la empresa y define el nivel de los esfuerzos que se le deberá asignar programa. El documento de política debe contener algunos puntos claves:

- Una declaración de las metas del programa para la empresa
- Indicación del nivel de la gerencia y compromiso corporativo
- Identificación del responsable del programa
- Esfuerzo a nivel de empresa con la implementación del proyecto

La figura 2.6 muestra un ejemplo de documento de política de implementación de constructibilidad. Este ejemplo puede ser usado como una pauta para desarrollar una política específica de una compañía, para conseguir este objetivo, la política de implementación debe ser diseminada a todos niveles de la empresa. Esta política debe acompañarse por seminarios iniciales de conocimiento y cursos de capacitación, los esfuerzos de Constructibilidad deben ser integrados con otros programas de mejora continua.

² CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 22

³ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 77

POLÍTICA DE IMPLEMENTACION DE CONSTRUCTIBILIDAD

Constructibilidad, "Uso óptimo de conocimientos de construcción y experiencia en la planificación, el diseño, la adquisición, y las operaciones de campo de conseguir los objetivos globales del proyecto."

Considerando nuestro continuo esfuerzo por suministrar el mayor grado de calidad y eficiencia en los costos de nuestros proyectos, es nuestra política de empresa implementar un programa de constructibilidad al más alto grado o nivel posible.

Ésta se aplica a todas fases de la planificación de proyecto, el diseño, y la construcción. La empresa se centrará en aprovechar al máximo el alto potencial de Constructibilidad para conseguir los ahorros durante las fases iniciales de la planificación de proyecto y antes del principio del diseño.

_____ Es designado como el ejecutivo responsable del programa de Constructibilidad, el estará a cargo de supervisar la implementación del programa de constructibilidad, asegurar su consistencia con otros procesos de mejora continua, implementar los cambios y generar los informes de avance correspondiente.

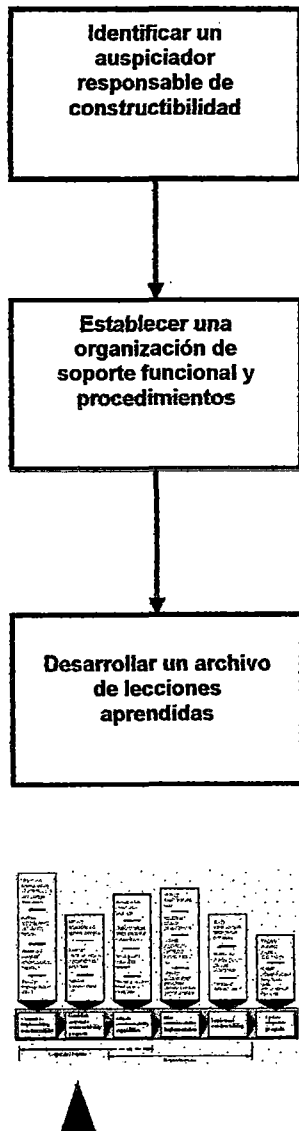
Presidente _____ Fecha _____

Fig. 2.6 Ejemplo de política de implementación de constructibilidad
* Adaptado de Ghio, 1997

* GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 78

2.1.2 Establecer un programa corporativo de constructibilidad

Los pasos necesarios para establecer un programa corporativo de constructibilidad, ya sea para una compañía grande o pequeña de un propietario, diseñador u organizaciones contratistas, es importante considerar los siguientes pasos mostrados en la figura 2.7 que ilustra las tres actividades para establecer el programa.



- El papel principal del responsable es mantener un alto nivel de conocimiento y visibilidad para el programa de constructibilidad.
- El auspiciador debe ser un líder acreditado, poseyendo los requisitos correctos.
- El responsable debe ser autorizado por el equipo de gerencia ejecutiva
- El auspiciador debe ser responsable del éxito del programa.

- La organización de soporte proporciona la coordinación y la información para facilitar la implementación de constructibilidad a nivel de proyecto.
- Además del responsable del programa, se recomiendan otros dos roles: un director de programa diario y un custodio de base de datos.

- Un archivo lecciones aprendidas o base de datos deben ser establecidos para asegurar la mejora continua de proyectos.
- Las ideas de Constructibilidad son reunidas de muchas fuentes, por una variedad mecanismos; colección de documentación de ideas en forma estándar.
- Las ideas deben ser evaluadas para su aplicabilidad actual y futura, con la retroalimentación a sus creadores.
- Las ideas seleccionadas deben ser organizadas y mantenidas en un sistema que facilita la futura recuperación.

Fig. 2.7 Pasos para establecer un programa corporativo de Constructibilidad
(*Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 25

Paso 1: identificar un auspiciador responsable del programa de Constructibilidad

Como se ha mostrado en la figura anterior, es indispensable que exista un responsable del programa, especialmente cuando éste es parte o representa a la gerencia de la empresa, y cuando éste es un líder reconocido dentro de la empresa, poseyendo una amplia experiencia de dirección de proyecto y siendo capaz de asegurar que los recursos suficientes son aplicados al esfuerzo. El "auspiciador" directamente responsable del éxito o fracaso del programa de constructibilidad. El responsable deberá tener además las siguientes características⁴:

- Alto nivel de autoridad e influencia
- Estar dedicado a la causa de constructibilidad
- Tener tiempo disponible para ejercer su liderazgo
- Ser receptivos a retroalimentación y poseer las destreza eficaces en las relaciones interpersonales
- Tener experiencia en asuntos técnicos y de gestión

Paso 2: Establecer una organización de soporte funcional y procedimientos para el programa

El propósito de esta organización de soporte, es para facilitar la implementación de constructibilidad a nivel del proyecto, proveer una coordinación adecuada de conexión entre los proyectos. Para lograr esto, se recomienda otros dos papeles importantes durante el desarrollo del programa:

- **Gerente responsable del programa:**

- Coordinación diaria de los esfuerzos de constructibilidad de compañía.
- Selección y sesión informativa de coordinadores de Constructibilidad del proyecto.
- Evaluación y monitoreo constante de barreras corporativas
- Estructuración de la base de datos lecciones aprendidas
- Identificación y eliminación de barreras de programa
- Seguimiento de las metas del programa corporativo
- Asegurar la comunicación de ideas y las experiencias de éxito de otros proyectos, ayudar a los coordinadores de Constructibilidad del proyecto

El gerente del programa, como el auspiciador del programa y los coordinadores de constructibilidad, deben tener experiencia en construcción y experiencia en dirección de proyectos, conocimientos básicos de las necesidad de diseño y requerimientos, fuertes habilidades de comunicación. En organizaciones más pequeñas o para proyectos más pequeños, el director de programa también puede desempeñarse como coordinador de constructibilidad de proyecto.

- **El Custodio de base de datos**

Es el responsable de la documentación, seguimiento, distribución de las ideas de constructibilidad y las lecciones aprendidas; también puede asistir a coordinadores del proyecto y al gerente del programa (al mismo tiempo que otros especialistas técnicos) en la revisión o la evaluación de las ideas de constructibilidad. Además de la construcción y la experiencia de la gerencia del proyecto, esta persona debe poseer habilidades fuertes de comunicación y tener unos conocimientos básicos del manejo de almacenamiento y recuperación de datos informatizados. La figura 2.8 ilustra las características de la empresa para la organización de constructibilidad.

⁴ CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 24

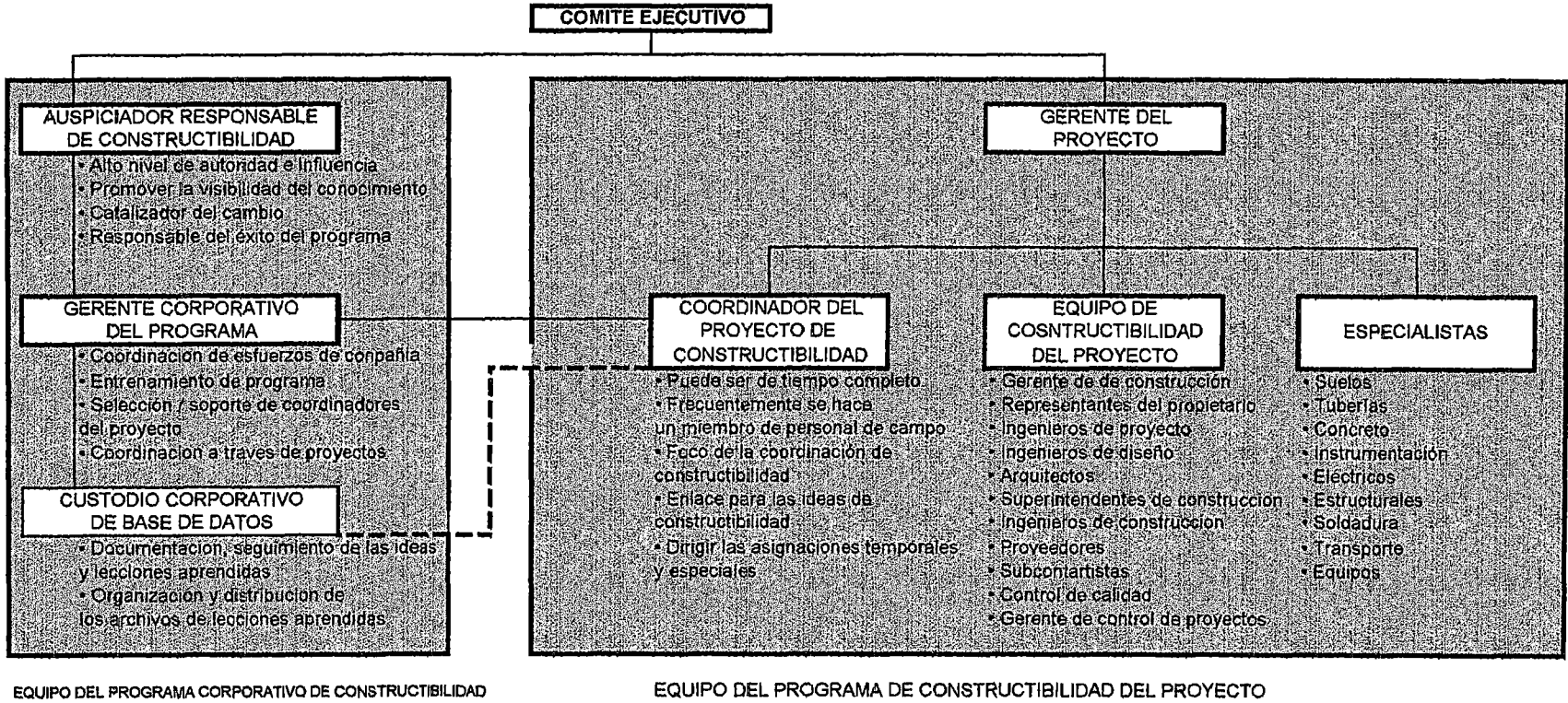


FIG. 2.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE CONSTRUCTIBILIDAD
 (* Adaptado CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, 1993, Pág. 27)

Para empresas de tamaño pequeño a medio, una persona sola puede soportar los tres puestos: responsable, gerente del programa corporativo y custodio de base de datos. Para tales organizaciones, es improbable que cada uno de los tres papeles requiera un puesto de tiempo completo. La organización de soporte del programa de constructibilidad no necesita ser grande pero debe existir formalmente. Un programa de orientación de constructibilidad para empleados también debe ser una parte del programa de soporte funcional corporativo.

Paso 3: Desarrollar el archivo de lecciones aprendidas

El archivo de lecciones aprendidas o base de datos de preferencia informatizada debe ser desarrollado, para asegurar el mejoramiento continuo de los proyectos presentes o futuros. El archivo lecciones aprendidas es uno de tres mecanismos para extraer y documentar las ideas de constructibilidad. La figura 2.9 muestra las fuentes para mejorar la constructibilidad del proyecto.

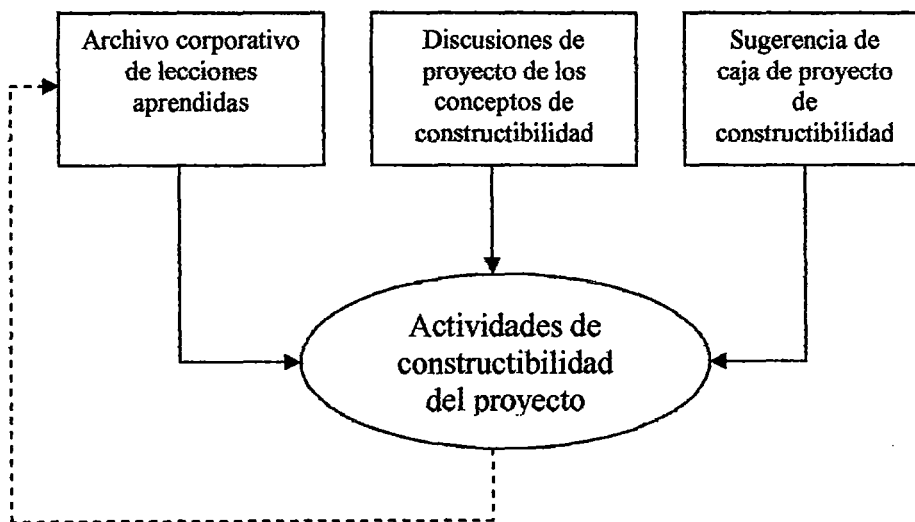


Fig. 2.9 Fuentes para mejorar la constructibilidad del proyecto
(*Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

Las fuentes potenciales incluyen a ingenieros, personal de adquisición, superintendentes, capataces, obreros, proveedores, supervisores, coordinadores de área, personal de campo, etc. Los mecanismos para coleccionar ideas de constructibilidad incluyen informes mensuales sobre el progreso del proyecto, informes finales de proyecto (liquidaciones), programas de buzón de sugerencias de sitio de trabajo, y actas o notas de las reuniones de planificación de proyecto. Las entrevistas personales se han encontrado particularmente efectivas.

Los criterios de evaluación de las ideas deben ser establecidos y deben incluir estimaciones del impacto sobre el costo, plazo, calidad y seguridad. Además, ideas con evaluaciones bajas o aplicabilidad sobre un proyecto podrían ser beneficiosas o importantes sobre los otros proyectos. Todas las ideas deben ser recolectadas, archivadas y evaluadas; las ideas implementadas necesitan la retroalimentación constructiva a la persona que ha tomado la iniciativa sobre los beneficios obtenidos en el proyecto.

La base de datos informatizada debe ser mantenida y organizada en un sistema que sea fácil de usar para recuperar las ideas; puede ser organizada por categorías de área

* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 28

de trabajo, por fase de proyecto (planificación conceptual el diseño detallado, la adquisición, la construcción, y la puesta en marcha). La base de datos de cada idea debe incluir:

- Título de la idea
- Descripción detallada de la idea
- Disciplina / área de trabajo
- La fase de proyecto pertinente (El diseño detallado, la adquisición, la construcción de campo, etc.)
- Los efectos principales sobre el proyecto (reducción de costo, reducción de plazos, reducción de horas de trabajo, mejorar la seguridad, etc.)
- Necesidad para actualizar las ideas
- Proyectos que usan o han usado la idea
- Contactos para mayor información
- Referencias de literatura de productores de equipos, herramientas, materiales, etc.

2.2 Programa de Implementación a nivel de proyecto

El proceso de constructibilidad a nivel de proyecto consta de tres hitos críticos:

- Obtener las capacidades de constructibilidad
- Plan de implementación del programa de constructibilidad
- Implementación del programa de constructibilidad.

El proceso de constructibilidad debe empezar poco después de la concepción del proyecto del propietario y continuar a través de la planificación, el diseño, la adquisición, la construcción y su puesta en marcha.

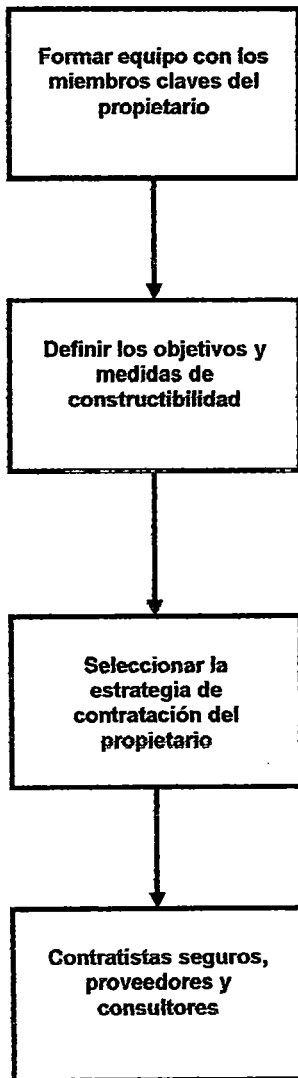
2.2.1 Obtener capacidades de constructibilidad

Para obtener las capacidades de constructibilidad para el proyecto, el propietario debe evaluar el grado de especialización disponible en la empresa y considerar la adquisición de un diseño externo y la especialización de constructibilidad en las operaciones de campo. Para obtener las capacidades de constructibilidad son necesarios cuatro pasos generales que se muestran en la figura 2.10, Estos pasos se detallan a continuación.

Paso 1: Formar equipo con los miembros clave del propietario

El gerente del proyecto y miembros del equipo del propietario tienen una influencia crítica sobre el éxito de la constructibilidad del proyecto. Solamente cuando el equipo del propietario se comprometa totalmente a planificar e implementar un programa de constructibilidad tal programa será de máximo beneficio. Para aumentar los esfuerzos de constructibilidad, el propietario debe:

- **Seleccionar a un gerente (administrador) del proyecto.** El gerente del proyecto (GP) de la organización del propietario tiene un papel vital en la decisión de implementar un programa de constructibilidad a nivel de proyecto. El GP del proyecto debe poder llevar al equipo en las siguientes áreas:
 - Establecer un ambiente agradable en el proyecto. Los papeles, responsabilidades, acciones y líneas de comunicación para el equipo del proyecto, para proveer los conocimientos y experiencia de construcción.
 - Compromiso con la búsqueda constante de optimización y reducción de costos.
 - Usar la constructibilidad también para alcanzar, los objetivos tradicionales del costo del proyecto, plazos, calidad y seguridad.
 - El equipo de construcción debe estar involucrado en las principales decisiones gerenciales y técnicas del proyecto.
- **Establecer los criterios para seleccionar a los demás miembros del equipo del propietario.** Los miembros del equipo del propietario deben estar comprometidos a la constructibilidad. Su nivel de la participación en el programa de constructibilidad depende de la estrategia de contratación y especialización de otros participantes. Los criterios de selección deben incluir:
 - Experiencia laboral
 - Conocimientos de proceso constructivos



- Selección del gerente del proyecto del Propietario comprometido a la constructibilidad.
- Establecer los criterios para la selección del equipo de miembros claves del propietario.

- Establecer los objetivos de proyecto considerando la constructibilidad.
- Establecer los objetivos de constructibilidad.
- Identificar las medidas apropiadas para los objetivos.
- Determinar el nivel de la formalidad para el programa de constructibilidad.

- Identificar los recursos de constructibilidad disponibles en la empresa del propietario.
- La selección de una estrategia de contratación que impacte a la constructibilidad del proyecto.
- Seleccionar la organización responsable de la constructibilidad.

- Requiere el programa de constructibilidad como parte del proceso de precalificación del contratista.
- Use la solicitud del propietario para la propuesta y/o especificaciones del proyecto para obtener aportes de constructibilidad.
- Considere el uso de cláusulas de incentivo relacionadas con el rendimiento de constructibilidad.

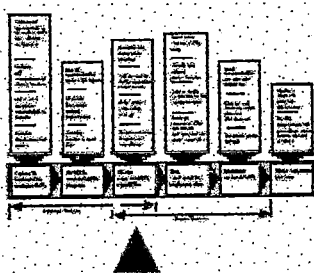


Figura 2.10 Pasos para obtener capacidades de Constructibilidad (*Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 34

- Habilidades de comunicación
- Habilidad de trabajo en equipo
- Habilidades para evaluar objetivamente el diseño e intercambios de procesos constructivos
- Receptividad de nuevas ideas

Paso 2: Definir los objetivos y medidas de constructibilidad

Una vez seleccionados los miembros del propietario, se debe establecer los objetivos y medidas del proyecto basados en la constructibilidad. Se identificarán las medidas apropiadas para lograr dichos objetivos y se definirá el nivel de formalidad con el cual se llevará a cabo el programa de constructibilidad. Este paso incluye las siguientes cuatro actividades detalladas a continuación:

- **Establecer los objetivos de proyecto considerando constructibilidad.** Desarrollar un conocimiento claro de los objetivos y las prioridades del proyecto es la primera responsabilidad del equipo del propietario en la mejora de constructibilidad. Los objetivos de proyecto incluyen típicamente el costo, los programas, calidad y la seguridad. Otros objetivos para proyectos incluyen: la confiabilidad, la estética, viabilidad, la imagen pública, operabilidad y el mantenimiento.

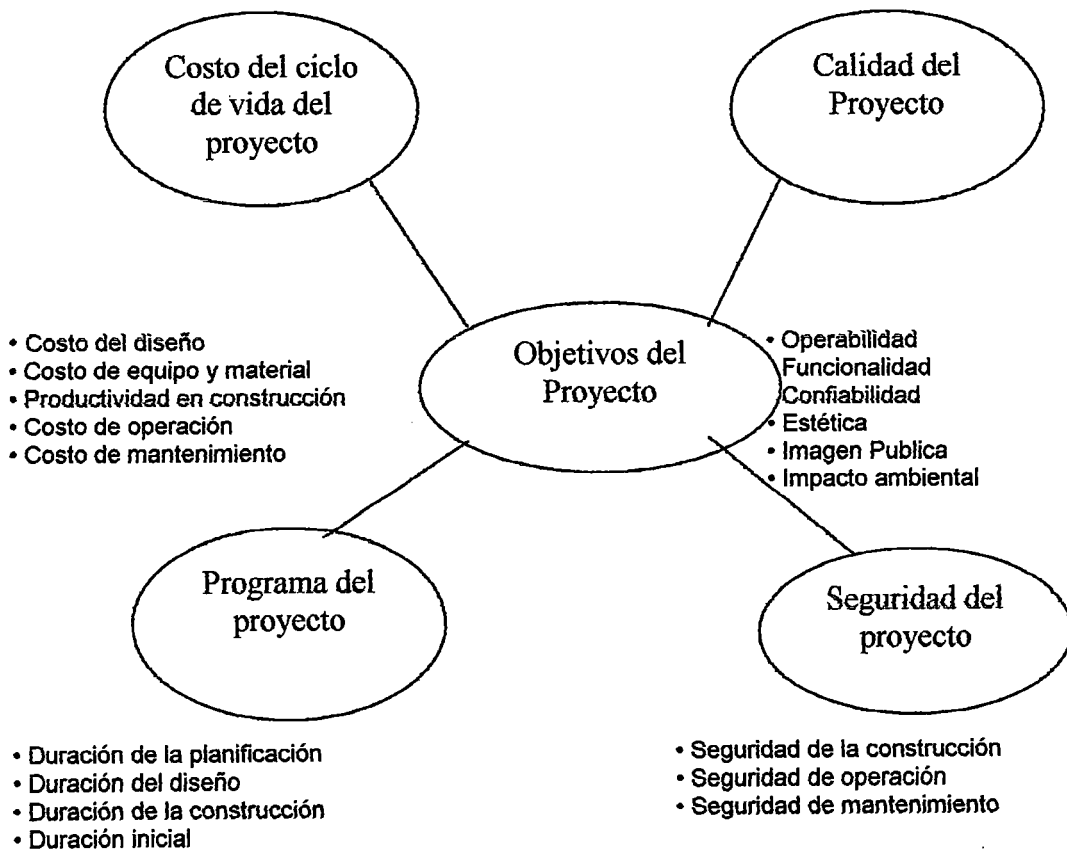


FIG. 2.11 Objetivos Tradicionales del Proyecto
 (*Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 36

Los objetivos tradicionales de un proyecto son indicados en la Figura 2.11. Cada participante debe ser consciente de los objetivos de proyecto e intentar conseguirlos en lugar de concentrarse en lograr sub objetivos individuales. Un ejemplo claro de esto es cuando el diseñador minimizar el costo del, así como las dimensiones de los elementos, cuando esto en realidad eleva el costo de construcción, y por tanto, incrementa el costo total del proyecto.

El equipo del propietario debe desarrollar una lista detallada de los objetivos de proyecto y priorizar cada uno. Asignando prioridades basadas en el criterio cualitativo es tan igualmente importante como aquellos basados en el costo y programa.

- **Establecer los objetivos de constructibilidad.** Los objetivos pueden usarse para permitir análisis de intercambio entre constructibilidad y otras consideraciones de proyecto. Una lista de los objetivos específicos de constructibilidad se puede incluir:
 - Uso de elementos normalizados, uso de PPM, uso de equipo de montaje, áreas de disposición de materiales, facilidad de la fabricación, uso de modelos físicos o 3D CAD, accesibilidad del sitio de trabajo, desarrollo de especificaciones de construcción sencillas, disminución de trabajo rehecho, disminución del diseño rehecho, reducción de la congestión en el sitio de trabajo, minimizar la ocurrencia de los conflictos laborales
- **Identificar las medidas apropiadas para alcanzar los objetivos.** A menudo más difícil que establecer los objetivos es desarrollar las medidas de rendimiento apropiadas. Costo y rendimiento del programa son generalmente más fácilmente medidos. Costos y ahorros aproximados son comúnmente hechos para las opciones de diseño y análisis de intercambio. La seguridad puede ser medido comparando las proporciones de accidente tiempo perdido con proyectos similares o promedios nacionales. Algunas maneras que existen para formalizar un programa de constructibilidad.
 - Proveer un presupuesto
 - Desarrollar un manual de constructibilidad
 - Prepare los procedimientos para las tareas mayores de la constructibilidad
 - Generar informes del progreso y estado del programa de constructibilidad
- **Determinar el nivel de formalidad para el programa de constructibilidad.** Algunas consideraciones afectan el nivel de formalidad del programa, estas consideraciones predominantemente son: Las características del propietario incluyen el tipo de propietario, los objetivos, la especialización y los recursos. Las características de proyecto incluyen el tipo de construcción, el tipo de contrato, el tamaño de proyecto, la dificultad técnica, localización del sitio, y las peculiaridades. La necesidad del tamaño de proyecto no es la única consideración en determinar la formalidad del programa de constructibilidad. Incluso si un proyecto es relativamente pequeño para un propietario, un programa formal todavía podría ser viable.

Paso 3: Selección de la estrategia de contratación de proyecto

La selección de la estrategia de contratación tiene un impacto profundo sobre el tiempo y la aplicación de los aportes de constructibilidad. Una estrategia de contrato consta de dos partes: (1) esquemas de contrato y (2) el tipo de contrato. Los esquemas influyen en las partes involucradas y sus relaciones. A la inversa, el tipo de contrato determina los términos comerciales en los que las partes son obligadas contractualmente y pagadas.

Una vez seleccionada la estrategia de contratación se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Identificar los recursos disponibles de constructibilidad en la empresa del propietario.** El equipo de proyecto del propietario debe identificar y evaluar los recursos existentes disponibles en la empresa para aumentar constructibilidad, determinando la especialización de constructibilidad disponible.
- **La selección de la estrategia de contratación afecta constructibilidad de proyecto.** Cada propietario selecciona una estrategia de contratación específica para cada proyecto sobre la base de esos parámetros que son percibidos para satisfacer mejor las metas del proyecto. La estrategia de contratación, consiste en un enfoque contractual usado para seleccionar al ingeniero, al contratista y el tipo de contrato usado para cada uno de estos servicios, toma una variedad de formas.

De acuerdo al proceso de contratación tradicional, el propietario primero selecciona una empresa de ingeniería (diseño) y/o arquitectura y luego selecciona un contratista para que sea responsable de la construcción, una vez que el paquete de diseño está completo. Generalmente el tipo de contrato usado para la selección de la empresa de ingeniería o arquitectura es de un tipo de honorarios profesionales.

Existen otros esquemas de contratos como "diseño – construcción" o "diseño – administración de la construcción", estos esquemas se ajustan mejor a la constructibilidad. El primero "diseño – construcción", una sola empresa se encarga de ambos aspectos, con un tipo de contrato de máximo precio garantizado una vez que se haya determinado el alcance del proyecto. En el segundo "diseño – administración de la construcción", una sola empresa conduce ambas tareas y además, se encarga del programa de constructibilidad, el pago a esta empresa puede ser a precio fijo, incentivos. La construcción es dirigida por diferentes subcontratistas mediante licitaciones⁵.

- **Selección de la organización responsable de constructibilidad.** Una vez seleccionada la estrategia de contratación, el propietario debe decidir qué empresa (propietario, constructor o gerente de diseño - construcción) es responsable de implementar y monitorear el programa de constructibilidad.

Paso 4: Contratistas, fabricantes, proveedores y consultores

- **Proceso de precalificación del contratista.**
Es requerido por el programa de constructibilidad, cuando la estrategia de contratación considera la selección inicial del contratista. El contratista deberá presentar un programa de constructibilidad que se ajuste al esfuerzo global del proyecto. Cuando se presente el caso en que no se haya seleccionado a tiempo al contratista será necesario un contratista "sustituto" para proveer los conocimientos y experiencia de construcción necesarios. El CII recomienda que se incluyan cláusulas que incentiven la constructibilidad del proyecto.

⁵ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 82

2.2.2 Plan de implementación de constructibilidad

La planificación es una acción crítica para la implementación de la constructibilidad, una planificación detallada es clave para el éxito del programa. Debe comenzar lo antes posible e incluir a los participantes más importantes del proyecto a la magnitud máxima posible. El programa de constructibilidad de proyecto debe ser integrado dentro del plan de ejecución del proyecto en conjunto.

Un plan de ejecución de proyecto define claramente los objetivos de constructibilidad y explica en detalle como funcionará el "team" equipo del proyecto para lograr los objetivos tradicionales del proyecto. La integración del aporte de constructibilidad respecto a los planes de ejecución está muy en función del tipo de proyecto y la estrategia de contratación. El gerente del proyecto del propietario debe ser responsable de proveer la participación de construcción adecuada durante el desarrollo del plan del proyecto. La planificación de proyecto inadecuada puede llevar a:

- Actividades de construcción en secuencia incorrecta
- Concentraciones de equipo ineficientes (alta concentración de personal en determinadas actividades)
- Paquetes para licitación incompletos
- Escasez materiales
- Diseño acelerado, el cual conducirá a trabajo rehechos

Algunos de los puntos a abordar en el plan de aplicación del programa de constructibilidad son:

- Alcance de proyecto
- Organización de proyecto
- Procedimientos operativos
- Presupuesto
- Plan de diseño
- Plazo del proyecto
- Plan de contratación / subcontratación
- Sistemas constructivos propuestos
- Plan de dirección material
- Plan de instalación de faena en el sitio
- Plan autorizado

Los conocimientos y experiencia de construcción tienen que estar involucrados en el desarrollo de estos elementos. El gerente de proyecto del propietario es responsable de asegurar que un representante de construcción conocedor este involucrado

En la figura 2.12 se muestran los cuatro pasos para planificar eficazmente la implementación de constructibilidad

- (1) Desarrollar el equipo de constructibilidad
- (2) Identificar y abordar las barreras del proyecto
- (3) Consultar la matriz de aplicaciones y el archivo de lecciones aprendidas
- (4) Desarrollar los procedimientos de constructibilidad e integrar a las actividades del proyecto.

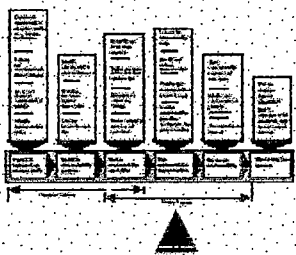
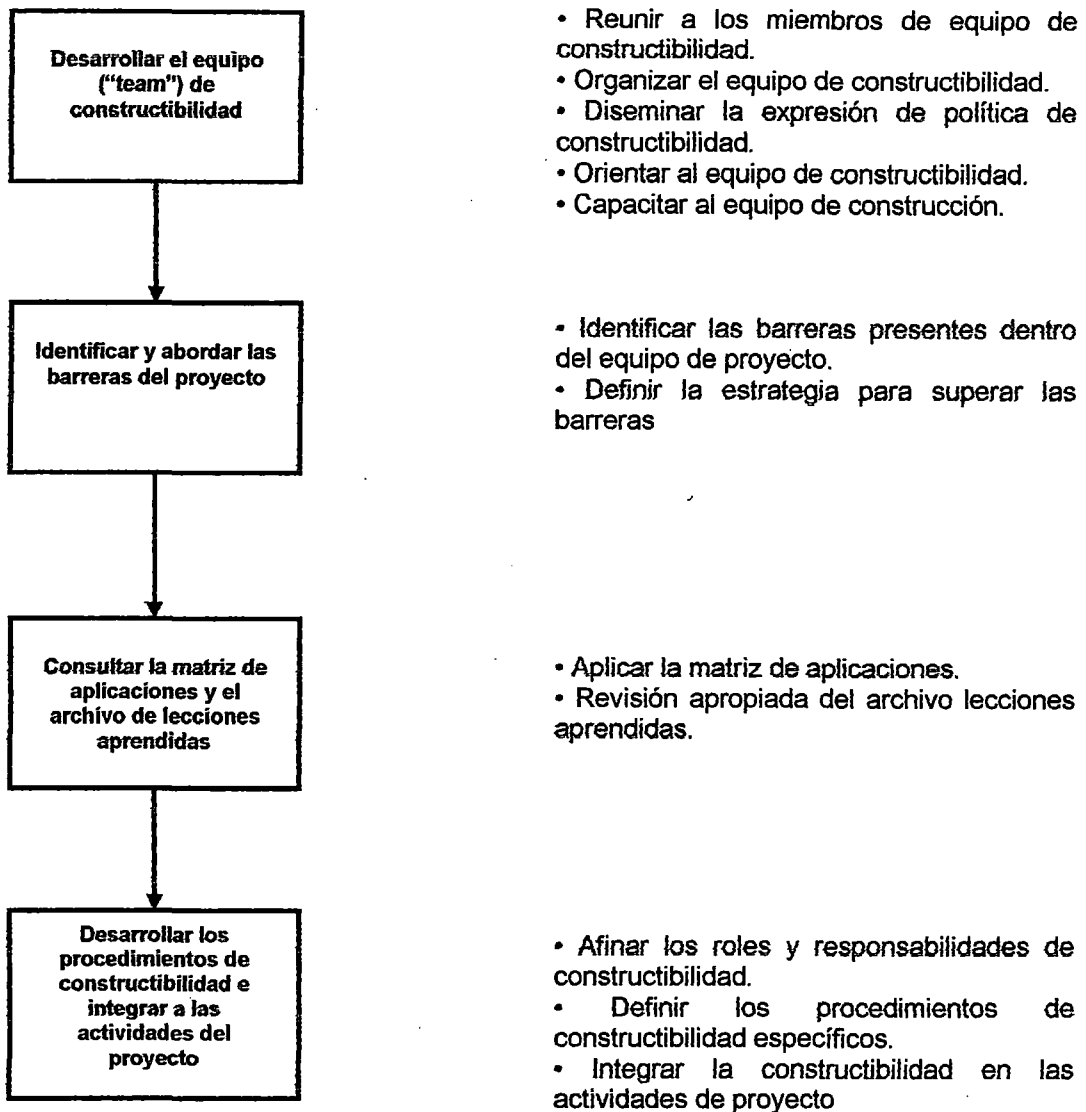


Figura 2.12 Pasos del plan de Constructibilidad
 (*Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 46

Paso 1: Desarrollar el equipo “team” de Constructibilidad

El equipo de constructibilidad incluye personal del: propietario, diseñador, contratistas y al equipo del proyecto. También pueden ser incluidos a representantes de subcontratistas, distribuidores y consultores. Se recomienda seguir las siguientes cinco actividades independientes del tamaño de proyecto.

Reunir a los miembros del equipo de constructibilidad. Las personas seleccionadas para participar en el equipo de constructibilidad deben tener necesariamente experiencia en construcción, fuertes habilidades interpersonales y una mente abierta a las nuevas ideas. El gerente del proyecto debe considerar los siguientes principios para la selección de los miembros claves del equipo de constructibilidad.

- **Plan inicial.** La planificación puede ayudar a superar barreras justificando el gasto de contratar personal de construcción en las etapas iniciales contrario a los enfoques tradicionales de gerencia de proyectos.
- **Personas experimentadas.** Es esencial tener la participación de un contratista experimentados en constructibilidad.
- **Seleccionar participantes de equipo cooperativos.** Los miembros del equipo clave deben ser capaces para discutir abiertamente los problemas con los otros participantes de proyecto. Las personas deben ser deseosos de aceptar otros puntos de vista de los miembros del equipo del proyecto.
- **Continuidad del equipo de proyecto.** La importancia de la continuidad dentro del equipo de proyecto es esencial para conseguir el éxito.

Organización del equipo de constructibilidad. La estructura organizativa del equipo de constructibilidad varía de proyecto a proyecto. En la figura 2.13 se muestra un ejemplo. Sobre proyectos grandes con un programa de constructibilidad formal el coordinador de constructibilidad podría tener un puesto de tiempo completo, sobre proyectos pequeños, el gerente de construcción u otro miembro del equipo del proyecto pueden desempeñarse como el coordinador de constructibilidad sobre una base de medio tiempo. Los miembros de equipo de proyecto participan en el programa de constructibilidad sobre una base de medio tiempo. Si el constructor del proyecto no ha sido seleccionado antes del inicio del diseño, debe proporcionarse adecuadamente la especialización constructiva.

Diseminar la política de constructibilidad. Una declaración abierta de la política de constructibilidad para enfatizar su importancia. Esta política puede ser desarrollado después de que el equipo de constructibilidad.

Orientar al equipo de constructibilidad. Los miembros del equipo de constructibilidad tienen que ser informados de la filosofía de constructibilidad de proyecto.

- Definición de constructibilidad
- Política de Constructibilidad para el proyecto
- Importancia de comunicación y trabajo en equipo
- Discusión de los objetivos de proyecto
- Discusión de los factores críticos para el éxito del proyecto
- Papeles y responsabilidades de miembros de equipo de constructibilidad

Capacitar al equipo de construcción. Un programa de constructibilidad es más exitoso si el equipo de constructibilidad ha unificado los objetivos de proyecto y sus miembros se están comunicando abiertamente.

La atención específica debe ser propensa a construir un equipo cohesivo. Los ejercicios formales equipo - construcción, como una retirada o las sesiones con consultores equipo - construcción, aumentan y aceleran el proceso equipo - construcción. Una vez que el equipo es constituido, su eficacia debe ser evaluada periódicamente.

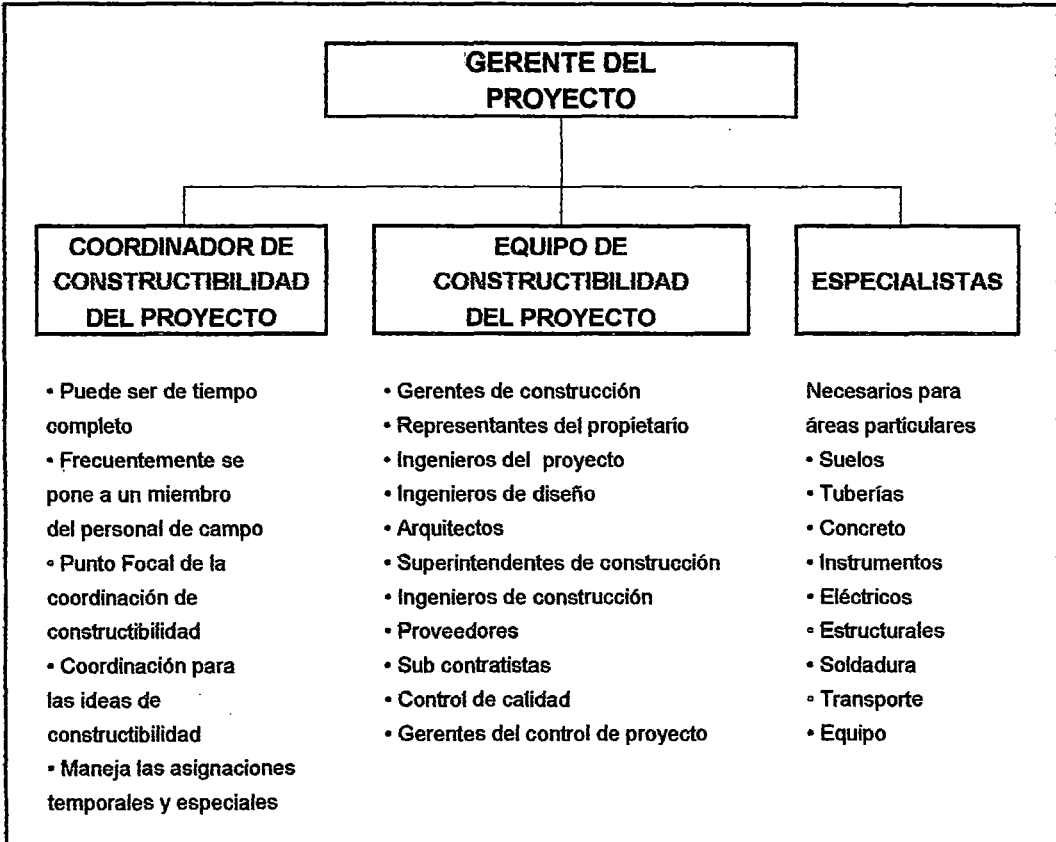


Figura 2.13 Ejemplo de la Estructura de Organización del Proyecto

PASO 2: Identificar y abordar las barreras del proyecto

El equipo de constructibilidad debe identificar las barreras de constructibilidad presentes dentro del equipo de proyecto e identificar los medios para superar estas barreras.

Identificar las barreras. La gran variedad de barreras dificulta la implementación de la constructibilidad. Según un estudio del CII en los Estados Unidos sobre algunos proyectos se encontraron las siguientes barreras:

- Aceptación del status quo
- La negativa de invertir dinero adicional en las etapas iniciales del proyecto
- Limitaciones competitivas de contratación a suma alzada
- Falta de experiencia de construcción en la empresas de diseño
- La percepción de diseñador "Pero si ya lo hacemos"
- Falta del respeto profesional entre diseñadores y constructores

Definir la estrategia para superar la barrera. Los miembros del equipo de constructibilidad también deben participar en identificar y desarrollar los medios necesarios para superar las barreras y así poder aplicar eficazmente la constructibilidad al proyecto.

Otros medios para superar las barreras son la educación, compartimiento de experiencias exitosas de constructibilidad entre miembros del equipo de constructibilidad, publicaciones y la evaluación de estudios de casos.

Paso 3: Consultar la matriz de aplicaciones y el archivo lecciones aprendidas. Un programa de constructibilidad actúa como un enlace para compartir conocimientos y experiencia de construcción. Para ello se pueden usar los siguientes medios: la matriz de aplicación antes de la fase de proyecto y la revisión del archivo de lecciones aprendidas.

Use la matriz de aplicaciones. Para garantizar la aplicación de los conceptos de constructibilidad, el equipo de constructibilidad debe desarrollar unos medios sistemáticos para incorporar todos los conceptos de constructibilidad existentes dentro de las fases de un proyecto.

La matriz de aplicación es una herramienta que vincula los conceptos de constructibilidad con las actividades específicas dentro de cada fase del proceso de entrega de la instalación. Un enlace es definido cuando un concepto particular es aplicable a una actividad. El uso de una matriz de aplicación provee unos medios para incluir sistemáticamente los conceptos de constructibilidad. La matriz de aplicación es una herramienta de referencia recomendada que es útil cuando el plan de ejecución de proyecto se está desarrollando.

Dos niveles de las matrices de aplicación han sido desarrollados:

Primer nivel. Un nivel de fase que provee una visión general que es útil conceptualmente para comunicar a la gerencia superior de la organización del propietario

Segundo Nivel. Un nivel de actividad detallado dentro de cada fase para cada tipo de construcción. El nivel de actividad detallado describe además cada fase y es más eficaz como una herramienta de planificación para ayudar a participantes de proyecto menos experimentados.

La fase de visión general y los niveles de actividad detallados de las matrices son presentados en el anexo N° 01 tanto para un edificio como para una construcción industrial.

Revisión apropiada del archivo lecciones aprendidas. Los conocimientos adquiridos en experiencias previas son esenciales para cualquier programa de constructibilidad exitoso. Un ejemplo de una lista de lecciones aprendidas se presenta a continuación:

- Planificar las maneras de acceso de grúas tanto para construcción y mantenimiento.
- Maximizar la construcción a nivel del suelo
- El diseño y construcción de escaleras permanentes, plataformas y escaleras de mano tan rápido como sea posible
- Normar los criterios de inspección de la oficina y campo para todo el equipo de proceso
- Planificación de las acciones tomar en caso de accidentes

El listado presentado anteriormente es solo una referencia pues cada empresa puede crear su propio archivo de acuerdo a la experiencia de ella misma, por lo que se deja a criterio del lector ampliar esta lista. Para el almacenamiento de los datos de cada empresa se recomienda una base informatizada. Las lecciones aprendidas son usualmente comunicadas en reuniones iniciales, conversaciones informales, las notas de reunión de proyecto y las reuniones de evaluación post proyecto.

Paso 4: Desarrollar los procedimientos de Constructibilidad e integrar a las actividades del proyecto

Las actividades de Constructibilidad tienen que ser desarrolladas y planificadas para su aplicación durante las fases de planificación conceptual, diseño, construcción. El equipo de constructibilidad tiene que desarrollar un juego conciso de procedimientos de constructibilidad e integrar las actividades de constructibilidad en el programa de proyecto. El coordinador de constructibilidad puede iniciar este paso y debe asegurarse que sea terminado.

Definir las funciones y responsabilidades de constructibilidad. Cada uno de los miembros de equipo de constructibilidad deben tener definidos claramente sus funciones y responsabilidades.

Las responsabilidades del miembro de equipo son definidas a continuación⁶:

- **Gerente del proyecto.** Es responsable del programa de constructibilidad del propietario debe trabajar con el coordinador de constructibilidad del proyecto sobre el progreso y la eficacia del programa. El gerente de proyecto es responsable de asegurar que personal de campo calificado sea parte del equipo de constructibilidad. El gerente del proyecto ayuda al coordinador de constructibilidad a identificar y asegurar a varios especialistas de constructibilidad como sea necesario.
- **Coordinador de Constructibilidad del proyecto.** Se une con el equipo de proyecto y es el punto focal para supervisar y coordinar el esfuerzo de proyecto sobre una base de tiempo completo o medio tiempo. El coordinador de constructibilidad puede iniciar: la constitución del equipo, la integración de constructibilidad al plan de ejecución de proyecto, la evaluación de archivo lecciones aprendidas de constructibilidad, la planificación y programación de estudios de constructibilidad, la orientación del equipo entero del proyecto al programa de constructibilidad, recojo de aportes de constructibilidad de varios especialistas, la garantía de la consideración suficiente de los conceptos de constructibilidad, el mantenimiento de sugerencias diarias de constructibilidad, evaluar e informar sobre el progreso de constructibilidad, la petición de la retroalimentación apropiada, el envío de las nuevas lecciones aprendidas al archivo de la empresa. Otra responsabilidad clave es ayudar con el desarrollo y la evaluación de las especificaciones de proyecto.
- **Equipo central de Constructibilidad.** El equipo central de constructibilidad consta del gerente de construcción del proyecto (empresa del contratista), los gerentes de la instalación del propietario y el ingeniero de diseño del proyecto como mínimo. Estos miembros son destinados al equipo de constructibilidad durante la planificación conceptual y continúan a través de la puesta en marcha. El equipo principal de constructibilidad debe ser responsable de la aprobación de las sugerencias de constructibilidad. A través del coordinador de constructibilidad. El equipo central de constructibilidad organiza la participación de otros miembros de equipo de constructibilidad durante las fases del proyecto.
- **Equipo de Constructibilidad.** El resto del equipo de constructibilidad es requerido para proveer aportes en áreas que requieren una especialización de construcción específica. Las personas del equipo de constructibilidad deben poseer habilidades de comunicación y trabajo en equipo además de su especialización técnica.

⁶ CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 57

- **Especialistas.** Varios especialistas participan en el esfuerzo de constructibilidad tanto como sea necesario.

Definir los procedimientos específicos de constructibilidad. Un juego escrito y concreto de procedimientos de constructibilidad es esencial para el éxito del equipo.

- El programa de constructibilidad estará basado en una filosofía de planificación progresiva e integrada en vez de una "Evaluación" retrógrada del diseño terminado. Esto minimizará la reelaboración del diseño
- El esfuerzo de constructibilidad comenzará durante la fase de planificación conceptual y continuará a través del diseño, adquisición, construcción y las fases iniciales.
- La orientación de constructibilidad será dirigida internamente en el proyecto. Una sesión de orientación será dada a los miembros del equipo de constructibilidad. El gerente de proyecto y el coordinador de constructibilidad discutirán la aplicación de constructibilidad para el proyecto, examinarán la política de constructibilidad de proyecto, definirán las funciones específicas de cada miembro de equipo de constructibilidad y examinarán los conceptos de constructibilidad para la aplicación sobre el proyecto.
- El equipo de constructibilidad desarrollará conjuntamente un programa que indicará el tiempo necesario para varios estudios de constructibilidad y aportes de diseño. Los plazos deben permitir tiempo suficiente para que los aportes de constructibilidad eviten la reelaboración del diseño.
- El coordinador de constructibilidad se comunicará con el equipo de proyecto y será el enlace para supervisar y coordinar el esfuerzo de constructibilidad.
- El equipo de constructibilidad se reunirá regularmente para discutir los conceptos de constructibilidad, compartir las lecciones aprendidas de la base de datos y proveer aportes de constructibilidad a los diseños. Se recibirán formularios de sugerencia que serán registrados por el coordinador de constructibilidad, para su evaluación.
- El coordinador de constructibilidad monitoreará periódicamente e informará sobre el avance del programa de constructibilidad.
- Oportunamente antes del lanzamiento de un paquete de diseño, el equipo de constructibilidad puede llevar a cabo una evaluación final de constructibilidad para verificar la integridad y exactitud de los detalles de diseño. Esta evaluación no será visto como una oportunidad de modificar el diseño, mejor dicho será una verificación de que los conceptos aprobados hayan sido bien incluidos.
- Durante la fase de construcción, una comunicación activa con el contratista (s) debe ser mantenida para evaluar los artículos implementados de constructibilidad y explicar las áreas de mejora para posibles futuros proyectos.
- En la finalización del proyecto, el equipo de constructibilidad evaluará conjuntamente y objetivamente el rendimiento de constructibilidad y se concentrará en áreas que aun faltan mejorar.

Integrar la constructibilidad a las actividades de proyecto. Las actividades de proyecto tienen que permitir la integración de conocimientos y experiencia de construcción durante los diseños, adquisición, construcción y las fases iniciales.

Los equipos de Constructibilidad tienen que usar medios estructurados para integrar conocimientos de constructibilidad en lugar de confiar en un método tradicional. Dos posibles métodos para ayudar con la integración de constructibilidad en los plazos del programa del proyecto son presentados a continuación.

La matriz de aplicación vincula los conceptos de constructibilidad con estudios de proyecto específicos y actividades. La integración puede ocurrir incluyendo las actividades en el programa del proyecto de la matriz de aplicación. El segundo método incluye el uso de un diagrama de flujo para identificar el proceso de constructibilidad cuando se relaciona con el equipo de constructibilidad.

2.2.3 Implementar la constructibilidad

Con la planificación adecuada de constructibilidad, el compartimiento de las ideas de constructibilidad debe ser integrado al plan del equipo de constructibilidad, a la construcción y las responsabilidades iniciales. Los pasos de la implementación se muestran en la figura 2.14

PASO 1: Aplicar los conceptos y procedimientos de Constructibilidad

Los conceptos de Constructibilidad son las experiencias aprendidas en proyectos anteriores que tienen una aplicación extendida y por consiguiente se han puesto formales dentro de la empresa, para algunas empresas que no tienen experiencia se recomienda aplicar los conceptos de constructibilidad desarrollados en el capítulo 4, sin embargo, se anima a la empresas a desarrollar conceptos más específicos sobre la base de su propia experiencia.

Un método para estimular la aplicación de los conceptos de constructibilidad es incluirlos como parte de un manual de constructibilidad del proyecto. Algunos de estos manuales son estudiados en detalle en el capítulo siguiente a través las listas de verificación que son usadas como un estímulo para la discusión inicial entre la construcción y el diseño en lugar de un sustituto para el aporte de construcción durante la planificación y el diseño.

El equipo de constructibilidad debe haber tomado en cuenta la mayor parte los problemas que podrían generarse en el campo por lo que ahora solo queda implementarlos. Los procedimientos de constructibilidad son una serie de acciones detalladas que deben ser llevadas a cabo. Estas acciones son especificadas a través del diseño detallado. La retroalimentación de Constructibilidad debe continuar hasta la reunión de liquidación del proyecto. El coordinador de constructibilidad debe controlar la implementación de los procedimientos de constructibilidad y tomar la acción correctiva si es necesario.

Paso2: Monitorear y evaluar la efectividad del programa de proyecto

El coordinador de constructibilidad debe mantener una base grabando la información pertinente respecto a las sugerencias y estudios de constructibilidad. El formato para la sugerencia varía de acuerdo a cada empresa, se muestra un tipo en el capítulo siguiente. El coordinador de constructibilidad debe coordinar el costo necesario y estimar el plazo para las sugerencias de constructibilidad.

Los beneficios tangibles: financieros, plazos, calidad, seguridad, operacional, deben estar disponibles a través de los informes semanales, mensuales, etc. Mostrando una idea general del progreso del programa y cómo está afectando a los objetivos del proyecto. El programa puede ser corregido a través de todo el proceso, por ello se debe monitorear y evaluar los esfuerzos de constructibilidad. La capacitación del

equipo de construcción podría ser necesaria para mejorar la relación de trabajo del equipo de constructibilidad. Si las barreras de constructibilidad todavía existen sobre el proyecto, deben ser combatidas.

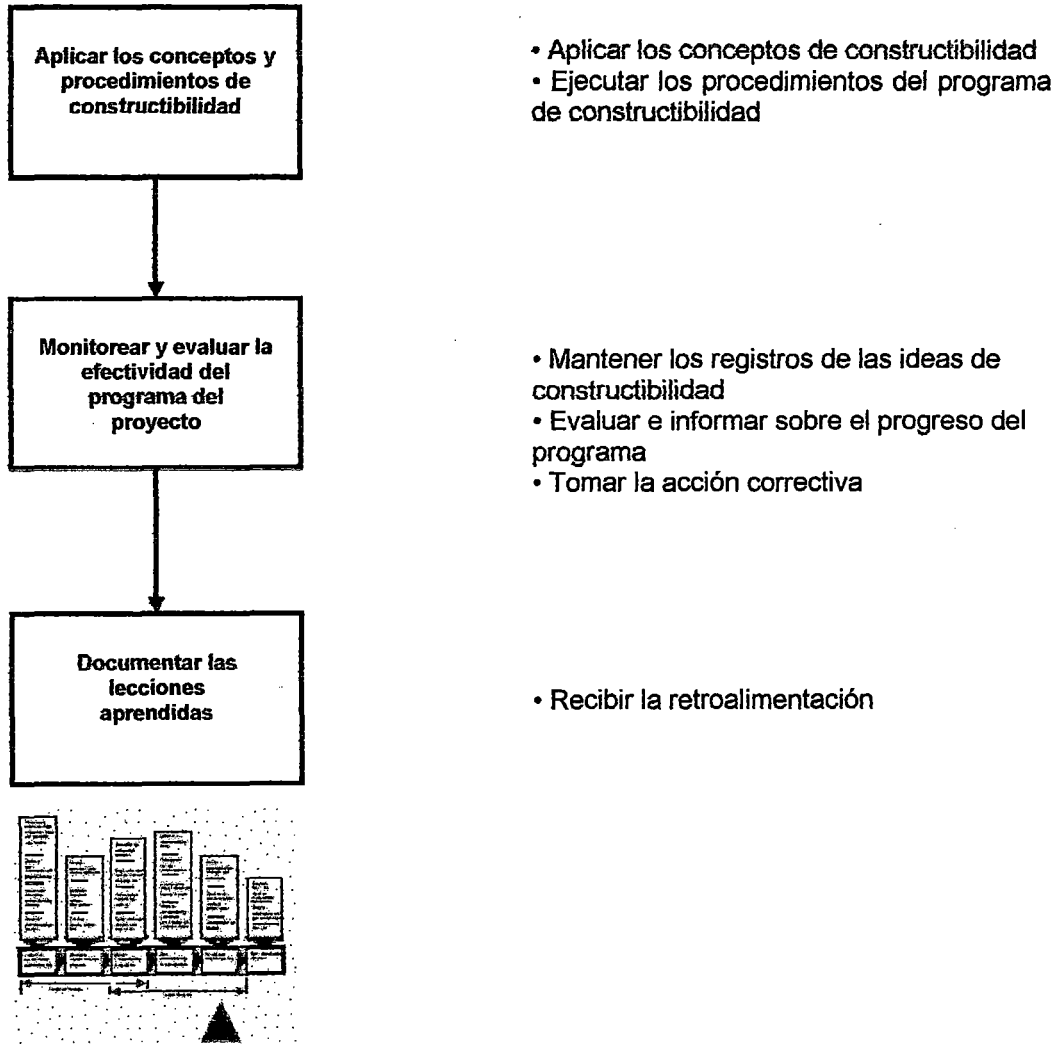


Figura 2.14 Pasos para implementar Constructibilidad en el proyecto
(*Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

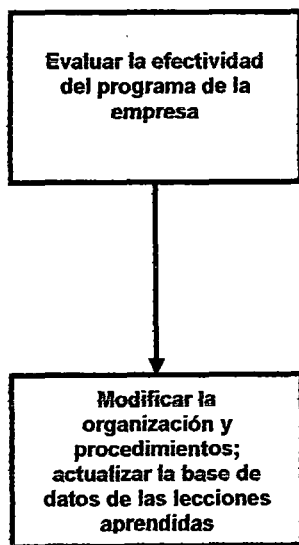
* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 62

Paso 3: Documentar las lecciones aprendidas

La retroalimentación sobre el programa de constructibilidad tiene que ser recibida durante la construcción y en la conclusión del proyecto. Durante la construcción, es importante obtener una valoración objetiva de los documentos de diseño de contratistas y subcontratistas. Las lecciones específicas aprendidas deben ser documentadas durante el diseño y la construcción en vez de al final del proyecto. Se deben archivar los conocimientos relevantes durante el proyecto para su uso en futuros proyectos.

2.2.4 Actualizar el programa corporativo

Así como los programas de constructibilidad a nivel de proyecto son evaluados periódicamente, de igual manera debe ser evaluado el programa de constructibilidad a nivel de empresa. Dicha evaluación debe ser usada para identificar las posibles áreas de mejora y necesidades de cambio. Esta actividad debe estar incluida en la responsabilidad del gerente del programa corporativo. Esta evaluación constituye un componente crítico en el proceso de mejora continua de la empresa. La figura 2.15 los pasos de este proceso.



- Establecer y aplicar los criterios de efectividad del programa de constructibilidad a nivel de empresa.
- Dirigir periódicamente una evaluación formal del programa
- Reconocer, premiar y anunciar el éxito del programa de la empresa como del programas a nivel de proyecto.

- Como una necesidad, modificar la organización de programa para ampliar la especialización y para protegerse contra las barreras repetidas y el conformismo.
- Como una necesidad, modificar los procedimientos y herramientas usadas para la capacitación, la comunicación, la evaluación, etc.
- Expandir continuamente y actualizar la base de datos de lecciones aprendidas con los desarrollos de cada proyecto.

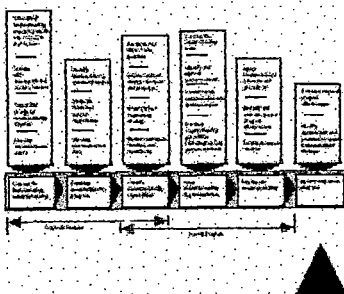


Figura 2.15 Pasos para actualizar el programa corporativo
 (*Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 66

Paso 1 : Evaluar la efectividad del programa de la empresa

Se debe establecer y aplicar ciertos parámetros para poder medir la efectividad del programa de constructibilidad a nivel corporativo, a continuación se muestran algunos parámetros básicos:

- Verificar las metas y objetivos del programa de constructibilidad corporativos
- Hay una necesidad para establecer nuevos objetivos de programa
- Verificar si el programa de constructibilidad a nivel de proyecto reciben el apoyo necesario del programa corporativo. Reconocer el éxito verdadero del programa a nivel de proyecto a través del éxito del programa corporativo.
- Complementar la matriz de evaluación de programa de Constructibilidad con dos pasos: parámetros de las metas específicas del programa y las proporciones de beneficio costo.
- Incluir una reevaluación de las barreras de constructibilidad y la efectividad de los métodos para superar las barreras con una evaluación del programa corporativo en su conjunto.

Periódicamente dirija una evaluación formal del programa que involucre a empleados en una variedad de niveles y puestos. Reconocer, recompensar, y anuncie el éxito tanto en el corporativo y niveles de programa de proyecto. Integre los éxitos de programa de constructibilidad en el programa de premio anual de la compañía.

Paso 2: Modificar la organización y procedimientos; actualizar la base de datos de lecciones aprendidas

Necesariamente, modificar el programa y la organización de la compañía para un mejor desempeño de constructibilidad del proyecto:

- Periódicamente considere rotar al gerente del programa de constructibilidad corporativo para ampliar la base de la especialización de constructibilidad.
- Evitar la repetición de barreras organizativas y el conformismo, agendas ocultas, y la resistencia al cambio.

Necesariamente, modificar los procedimientos de programa:

- Verificar la calidad del material de conocimientos de programa de constructibilidad sea incluido en programas de capacitación de la empresa.
- Concentrarse en mejorar comunicación de las lecciones aprendidas en el nivel de proyecto evaluando los mecanismos de comunicación pertinentes o potenciales (boletines, revista, etc.)
- La evaluación debe ser práctica para determinar gastos del programa y sus beneficios; asegurar que el nivel del esfuerzo sea suficiente y eficaz, pero no excesivo.

Mantener actualizado un archivo de calidad de la base de datos de las lecciones aprendidas:

- Continuarmente amplíe y actualice la base de datos de lecciones aprendidas con los desarrollos de cada proyecto.
- Mantener abierta la entrada de nuevos colaboradores del sistema de subcontratistas, proveedores y otros.
- Verificar la adecuada colección y evaluación de ideas
- Asegurar que los colaboradores reciban la retroalimentación constructiva sobre sus ideas.
- Analizar y discutir periódicamente la necesidad de nuevos conceptos de constructibilidad y nuevas aplicaciones para respaldar a éstos.

Capítulo 3 Herramientas de Implementación de Constructibilidad

Este capítulo muestra las herramientas desarrolladas para realizar la implementación de constructibilidad tanto a nivel de empresa como a nivel de proyecto. Algunas de las herramientas fueron mencionadas en el capítulo anterior. Las herramientas son agrupadas en esta sección en una lista detallada a continuación

Herramienta metodológica

- Herramienta 1: muestra una visión general de la metodología de implementación del programa mediante un diagrama de flujo paso a paso de cada actividad a implementar.

Herramientas de evaluación y valoración

- Herramientas 2 y 3: matrices de evaluación del programa de Constructibilidad, estas matrices presentan una lista de verificación de los parámetros de programa de constructibilidad útiles para valorar los puntos fuertes y débiles del programa.
- Herramientas 4 a 8: listas de verificación de valoración de barreras de Constructibilidad, útil para identificar barreras habituales en el programa corporativo de la empresa del propietario, diseñador, constructor y útil para identificar las barreras a nivel de proyecto.
- Herramienta 9: listado de recomendaciones para superar las barreras.

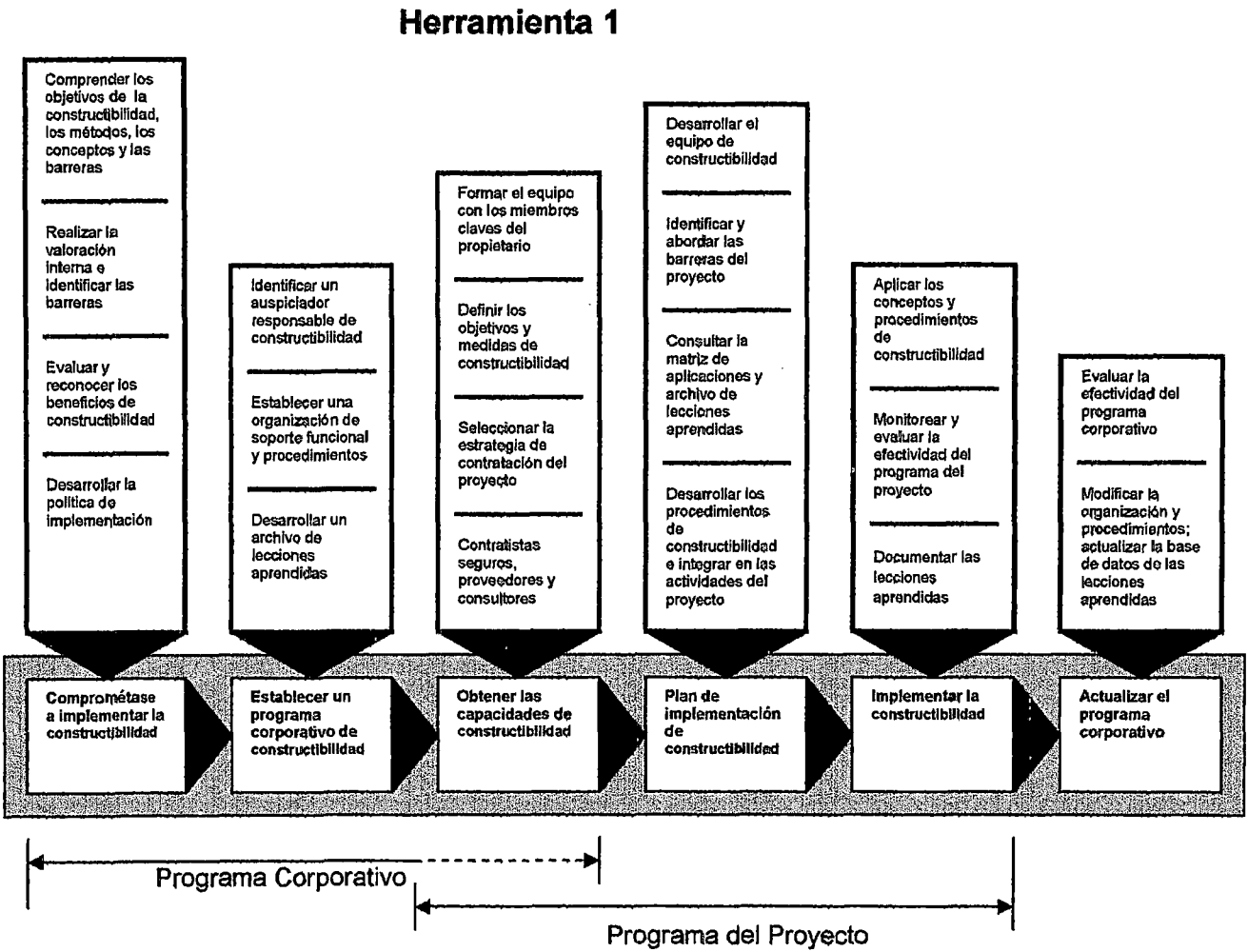
Herramientas de documentación del programa

- Herramienta 10: Ejemplo de política abierta que comunica el compromiso de la gerencia con la constructibilidad.
- Herramienta 11: Estructura organizativa de Constructibilidad
- Herramienta 12: formulario de sugerencia de Constructibilidad para solicitar y documentar las ideas de constructibilidad.
- Herramienta 13: Registro de las ideas de Constructibilidad
- Herramienta 14: Informe del programa de Constructibilidad
- Herramienta 15: Posibles cláusulas del contrato de Constructibilidad

Conceptos de Constructibilidad

- Herramienta 16: Principios o conceptos de constructibilidad

3.1 Diagrama para Implementar Constructibilidad



3.2 Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Herramienta 2

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar; profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad (C/P)	Ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad (C/P)	Ninguna	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente vía oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas (C.)	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato (C/P)	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Items estándares en todos los contratos	Items estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados (C/P)	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o items seleccionados, puede seguir las ideas mas importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

* Adaptado del CII-EUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 80

3.3 Matriz de Evaluación del Programa de Constructibilidad de Proyecto

Herramienta 3

Clasificación del programa

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Sopites seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	--	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, conciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de Información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar; profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

C. Rol del Coordinador de Constructibilidad del Proyecto	No identificado	Identificado a medio tiempo, responsabilidad muy limitada	Posición de medio tiempo o completo, responsabilidades varían de acuerdo al tamaño, tipo y participantes del proyecto	Posición de medio tiempo o completo, responsabilidades varían de acuerdo al tamaño, tipo y participantes del proyecto	Posición de tiempo completo, tiene el rol más importante del proyecto
--	-----------------	---	---	---	---

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	Ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativa esta disponible	Manual de constructibilidad corporativa es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Items estándares en todos los contratos	Items estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o items seleccionados, puede seguir las ideas más importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

IV. Implementación

A. Naturaleza de los esfuerzos y aportes a nivel de proyecto	Ninguna	Enfoque reactivo, limitado por la mentalidad de revisión, falta de comprensión de los beneficios proactivos	Consciente del enfoque proactivo de los beneficios más importantes, los esfuerzos varían por tipo de proyecto	Esfuerzos proactivos en todos los proyectos, rutinariamente consulta las lecciones aprendidas	Agresiva, esfuerzos proactivos a comienzos del proyecto, rutinariamente consulta las lecciones aprendidas
B. Implementación de conceptos de Constructibilidad	Ninguna	Algunos conceptos usados periódicamente, a menudo son considerados demasiado tarde para ser usados	Conceptos seleccionados aplicados regularmente, uso completo, el oportuno aporte varía a través de proyectos	Todos los conceptos sistemáticamente considerados, la implementación oportuna de conceptos viables	Todos los conceptos sistemáticamente considerados, continuamente evaluados, agresivamente implementados

Herramienta 3

* Adaptado del CII-EUUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 82

3.4 Lista de Verificación de Barreras Corporativas del Propietario

Herramienta 4

Lista de verificación de barreras corporativas de constructibilidad del propietario

Importancia de la barrera			
Insignificante	Importante	Muy importante	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aceptación del status quo Resistencia al cambio Enfoques conservadores, no innovadores Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo Ningún premio para asumir riesgos inteligentes El síndrome "Ningun invento aqui"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de interpretación del conocimiento de los conceptos de constructibilidad, ningún procedimiento "metodología" está disponible Constructibilidad es usado como una palabra de moda Esfuerzos inútiles debido a la falta de coordinación, dirección
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Percepción: "Nosotros lo hacemos" "Prácticas de diseño rutinarias explotan completamente la constructibilidad" "Nosotros ya pagamos por esto" "Hacemos ingeniería de valor, IV igual a constructibilidad"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No hay beneficios probados de constructibilidad "Demasiado caro" La gerencia superior no está convencida de la relación beneficio - costo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases iniciales del proyecto Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional Estructura de alcance de honorarios de diseño inflexible Expectativa de consulta gratuita de la asociación de contratistas y consultores
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de compromiso verdadero con la constructibilidad Constructibilidad es una prioridad baja No existe una política, ningún responsable "Prioridades mas altas"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros

Herramienta 4

* Adaptado del CII-EEUU, SD-85: Constructability: program assessment and barriers to implementation, Pág. 94

3.5 Lista de Barreras Corporativas del Diseñador

Herramienta 5

Lista de verificación de barreras del programa corporativo de constructibilidad del diseñador

Importancia de la barrera			
Insignificante	Importante	Muy importante	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aceptación del status quo Resistencia al cambio Enfoques conservadores, no innovadores Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo Ningún premio para asumir riesgos inteligentes El síndrome "Ningún invento aquí"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Percepción "Nosotros lo hacemos", visión muy reducida de constructibilidad
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de interpretación del conocimiento de los conceptos de constructibilidad y/o beneficios Constructibilidad es usado como una palabra de moda Esfuerzos inútiles debido a la falta de coordinación, dirección
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de experiencia y personal calificado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de respeto mutuo entre diseñadores y constructores Resentimiento entre competidores Orgullo de "autoridad"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contratista o aporte de construcción es requerido demasiado tarde para ser valioso Creencia de que el personal de diseño puede proveer aportes de construcción durante las fases iniciales Negativa para permitir a la construcción en los procesos de evaluación
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros

Herramienta 5

* Adaptado del CII-EUU, SD-85: Constructability: program assessment and barriers to implementation, Pág. 95

3.6 Lista de Barreras de una Empresa Ingeniería - Adquisición - Construcción (IAC)

Herramienta 6

Lista de verificación de las barreras del programa corporativo de constructibilidad de una empresa IAC

Importancia de la barrera			
Insignificante	Importante	Muy importante	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreras Generales de la Organización Aceptación del status quo Resistencia al cambio Enfoques conservadores, no innovadores Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo Ningún premio para asumir riesgos inteligentes El síndrome "Ningun invento aquí"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreras del Diseñador Percepción "Nosotros lo hacemos", visión muy reducida de constructibilidad
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de interpretación del conocimiento de los conceptos de constructibilidad y/o beneficios Constructibilidad es usado como una palabra de moda Esfuerzos inútiles debido a la falta de coordinación, dirección
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de experiencia y personal calificado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de respeto mutuo entre diseñadores y constructores Resentimiento entre competidores Orgullo de "autoridad"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contratista o aporte de construcción es requerido demasiado tarde para ser valioso Creencia de que el personal de diseño puede proveer aportes de construcción durante las fases iniciales Negativa para permitir a la construcción en los procesos de evaluación
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreras de Construcción Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros

Herramienta 6

* Adaptado del CII-EUU, SD-85: Constructability: program assessment and barriers to implementation, Pág. 96

3.7 Barreras Corporativas del Constructor

Herramienta 7

Lista de verificación de barreras del programa corporativo de constructibilidad del constructor

Importancia de la barrera			
Insignificante	Importante	Muy importante	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aceptación del status quo Resistencia al cambio Enfoques conservadores, no innovadores Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo Ningún premio para asumir riesgos inteligentes El síndrome "Ningun invento aquí"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Habilidades de comunicación pobres, la crítica de diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros

Herramienta 7

* Adaptado del CII-EEUU, SD-85: Constructability: program assessment and barriers to implementation, Pág. 97

3.8 Lista de Barreras de Constructibilidad a Nivel de Proyecto

Herramienta 8

Importancia de la barrera
 Insignificante Importante Muy importante

--	--	--

BARRERAS GENERALES DEL PROYECTO

Aceptación del status quo

- Resistencia al cambio
- Enfoques conservadores, no innovadores
- Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo
- Ningún premio para asumir riesgos inteligentes
- El síndrome "Ningún invento aquí"

--	--	--

La "persona correcta" no esta disponible

BARRERAS DEL PROYECTO DEL MANDANTE

Falta de interpretación del conocimiento de los conceptos de constructibilidad, ningún procedimiento "metodología" está disponible

- Constructibilidad es usado como una palabra de moda
- Esfuerzos inútiles debido a la falta de coordinación, dirección

--	--	--

--	--	--

Percepción: "Nosotros lo hacemos"

- "Prácticas de diseño rutinarias explotan completamente la constructibilidad"
- "Nosotros ya pagamos por esto"
- "Hacemos ingeniería de Valor igual a Constructibilidad"

--	--	--

Falta de compañerismo del equipo de construcción

- La relación/comunicación cliente-contratista no se respeta y fomenta
- Las relaciones adversas desarrollan (expectativas, aceptación e incluso subconscientemente promociones)

--	--	--

Objetivos de diseño y medidas de rendimiento del diseñador mal dirigidas

- La mentalidad es dirección de diseño vs. dirección de construcción
- El proceso de diseño es dirigido hacia el costo del diseño
- El proceso de diseño es dirigido hacia el programa del diseño

--	--	--

Uso de la contratación a suma alzada:

- Oportunidad limitada de participación inicial del contratista de construcción
- Sentido falso de economía con una oferta baja con constructibilidad visto como un "accesorio"
- Requisitos para planes y detalles completos, impidiendo un enfoque rápido
- Relaciones adversas sobre los cambios
- No querer dar una ventaja de orden competitivo a los críticos

--	--	--

Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos, tiempo en fases iniciales del proyecto

- Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional
- Estructura de alcance de honorarios de diseño inflexible
- Expectativa de consulta gratuita de la asociación de contratistas y consultores

--	--	--

Otros

Herramienta 8 (Continuación): Lista de Barreras de Constructibilidad a Nivel de Proyecto

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BARRERAS DEL PROYECTO DEL DISEÑADOR
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Percepción "Nosotros lo hacemos", visión muy reducida de constructibilidad
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de interpretación del conocimiento de los conceptos de constructibilidad y/o beneficios Constructibilidad es usado como una palabra de moda Esfuerzos inútiles debido a la falta de coordinación, dirección
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de experiencia y personal calificado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de respeto mutuo entre diseñadores y constructores Resentimiento entre competidores Orgullo de "autoridad"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contratista o aporte de construcción es requerido demasiado tarde para ser valioso Creencia de que el personal de diseño puede proveer aportes de construcción durante las fases iniciales Negativa para permitir a la construcción en los procesos de evaluación
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BARRERAS DEL PROYECTO DEL CONSTRUCTOR
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Poca oportunidad de contribución
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros

Herramienta 8

* Adaptado del CII-EEUU, SD-85: Constructability: program assessment and barriers to implementation, Pág. 98

3.9 Lista de Diagnostico de Barreras de Constructibilidad

Herramienta 9

Barrera	Recomendación para superar la barrera	Donde es eficaz		Tipo de barrera				Actividades de la metodología
		Corporativo	Proyecto	Cultural	Procedimiento	Conocimiento	Incentivo	
1. Aceptación del status quo	Designa un programa defensor fuerte	X		X		X		Identificar al auspiciador responsable de constructibilidad
2. Negativa de invertir dinero adicional y esfuerzo en etapas iniciales del proyecto	• Promueva la actitud de que constructibilidad debe ser visto como una oportunidad de inversión con el pago correspondiente más adelante	X	X				X	Evalúe y reconozca los beneficios de constructibilidad Defina los objetivos y medidas de constructibilidad
	• Incluya constructibilidad como parte de una respuesta de oferta usual y el costo de control de rendimientos de esfuerzos.		X		X	X		Seleccione la estrategia de contratación del proyecto
3. Limitaciones a suma alzada de contratación competitiva	• La relación propietario diseñador adquieren la especialización de construcción en la empresa para la contribución durante el diseño.		X		X	X		Reunión clave del propietario y miembros del equipo Desarrollo del equipo de constructibilidad
	• Desarrolle una lista breve de contratistas que ofrecen aportes de constructibilidad a cambio de la oportunidad de estar sobre la lista breve de postores.		X		X			Seleccione la estrategia de contratación del proyecto Contratistas seguros, vendedores y consultores
4. Falta de experiencia de construcción en empresas de diseño	• Comuníquese los problemas de construcción de ingenieros de campo a la oficina de Ingenieros diseñadores.		X	X	X			"Consulte la matriz de aplicaciones y las lecciones aprendidas"
	• Cierre el "Bucle de proyecto" recibiendo retroalimentación del campo y estando al día con las lecciones aprendidas.		X	X	X			"Documente las lecciones aprendidas"
	• Modifique las prácticas de dirección de diseño para elevar la visibilidad de los problemas de constructibilidad.	X		X		X		"Desarrolle la política implementación" "Defina los objetivos de constructibilidad y las medidas"
5. La percepción de diseñador "Lo hacemos"	• Asegure el conocimiento exhaustivo de constructibilidad debe ser antes de evaluar la suficiencia de los esfuerzos.	X				X		"Comprenda los objetivos de constructibilidad, los métodos, los conceptos, y las barreras"
6. Falta del respeto profesional entre diseñadores y constructores	• Promover agresivamente, un eficaz equipo de construcción entre el personal de proyecto.		X	X				"Desarrollo del equipo de constructibilidad"
	• Establecer la presencia de constructor en el proceso de diseño antes de que el orgullo de la autoría se desarrolle		X	X	X			"Desarrolle procedimientos de constructibilidad e intégrese en las actividades de proyecto" "Selección de la estrategia de contratación de proyecto"
	• Guarde el proyecto equipo enfocado sobre los objetivos comunes y los procedimientos aceptados en vez de personajes.		X	X				"Oriente equipo de constructibilidad de proyecto lleve a cabo la equipo - construcción"
7. Aporte de equipo de construcción es pedido demasiado tarde para ser valioso	• Incremente el conocimiento de la necesidad para la participación temprana de construcción	X				X		"Comprenda los objetivos de constructibilidad, los métodos, los conceptos, y las barreras"
	• Incluya constructibilidad como una actividad temprana en un plan de circulación de actividad de proyecto formal o metodología	X	X		X			Todas las actividades de la metodología
	• Incluya a personas con experiencia de construcción importante al equipo de proyecto desde el principio.	X	X		X			Reúna clave del propietario y miembros del equipo " "Escoja la estrategia de contratación de proyecto"

Herramienta 9

* Adaptado CII-EUUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, 1993, Pág. 95

3.10 Política de Implementación del Programa

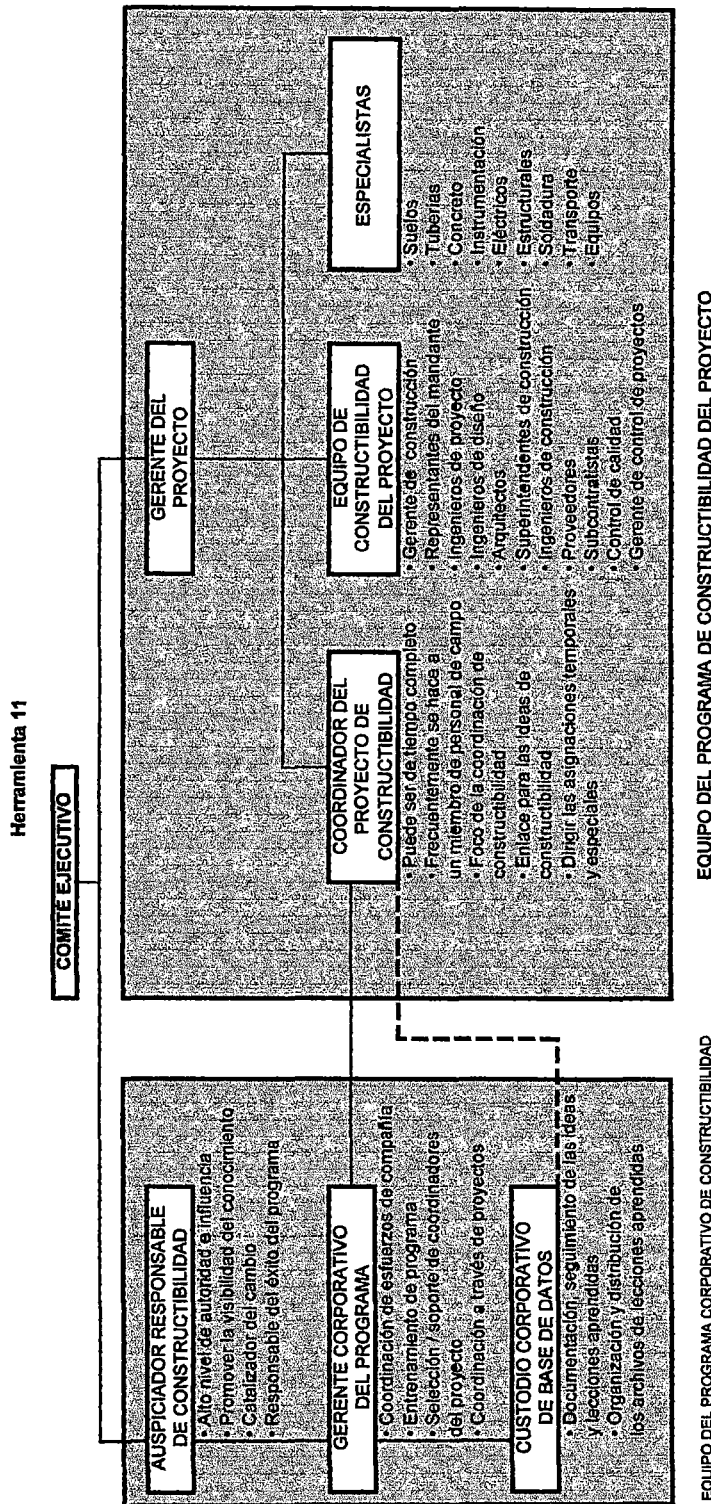
Herramienta 10

<p style="text-align: center;">POLÍTICA DE IMPLEMENTACION DE CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p>Constructibilidad, "Uso óptimo de conocimientos de construcción y experiencia en la planificación, el diseño, la adquisición, y las operaciones de campo de conseguir los objetivos globales del proyecto."</p> <p>Considerando nuestro continuo esfuerzo por suministrar el mayor grado de calidad y eficiencia en los costos de nuestros proyectos, es nuestra política de empresa implementar un programa de constructibilidad al más alto grado o nivel posible.</p> <p>Ésta se aplica a todas fases de la planificación de proyecto, el diseño, y la construcción. La empresa se centrará en aprovechar al máximo el alto potencial de Constructibilidad para conseguir los ahorros durante las fases iniciales de la planificación de proyecto y antes del principio del diseño.</p> <p>_____ Es designado como el ejecutivo responsable del programa de Constructibilidad, el estará a cargo de supervisar la implementación del programa de constructibilidad, asegurar su consistencia con otros procesos de mejora continua, implementar los cambios y generar los informes de avance correspondiente.</p> <p>Presidente _____ Fecha _____</p>

Herramienta 10

* Adaptado de GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 78

3.11 Estructura Organizacional de Constructibilidad



• Adaptado del CII-EEUU, SP94-1 Constructibility Implementation Guide, Pág. 97

3.12 Formulario de Sugerencia de Constructibilidad

Herramienta 12

Originado por: Fecha
(Nombre)

Proyecto:

1 Tema:

2 Disciplina / Área afectada:

3 Descripción y Detalles:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4 Evaluación del impacto sobre el proyecto (completado por el coordinador de constructibilidad)

- Costo
- Plazo
- Calidad
- Seguridad
- Ingeniería/Adquisición
- Necesidad para cambiar/actualizar los detalles corporativos usuales
- Otros

5 Aprobación:
.....
.....

6 Comentarios:

3.13 Registro de Ideas de Constructibilidad

Herramienta 13

Proyecto:

Idea N°	Fecha	Descripción	Nombre del creador	Compañía donde se inicio la idea	Ahorros Estimados	Ahorros de horas de esfuerzo	A: Aprobado R: Rechazado

3.14 Informe del Programa de Constructibilidad

Herramienta 14

Proyecto: **Fecha:**

Para: [Responsable del programa de constructibilidad]

De: [Gerente del proyecto]

El [Nombre del proyecto] identificó y aprobó las siguientes aplicaciones importantes de constructibilidad durante el período de [fecha] a [fecha]

N°	Descripción	Ahorros Estimados	Ahorros en el plazo
1		S/. (Ahorros estimados totales para cada aplicación incluyendo los impactos en la ingeniería, adquisición de materiales, etc)	[días]
2			
3			
4			
5			
Ahorros del Período		S/. [Período Total]	[días]
Ahorros Totales Previos		[Total Anterior]	[días]
Ahorros Totales a la Fecha		S/. [Total a la Fecha]	[días]

El costo estimado del equipo de constructibilidad a la fecha es: S/. []
 El ratio actual de ahorro/costo es: [x/y]

(Si desea, el gerente del proyecto puede agregar un párrafo para discutir los temas relacionados con constructibilidad)

.....
 Gerente del proyecto

Herramienta 14

* Adaptado del CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 100

3.15 Cláusulas del Contrato de Constructibilidad

La herramienta 15 muestra un listado de cláusulas del contrato útiles para adquirir servicios de constructibilidad, es decir, la relación entre el tipo de contrato y las cláusulas de los documentos del contrato que el mandante o propietario puede usar como una base para definir los requisitos del programa de constructibilidad del proyecto. Los objetivos de este programa apoyarán el trabajo en equipo, la creatividad, las nuevas ideas, los nuevos enfoques, y deberán enfatizar la integración del proyecto total, no la optimización de partes individuales

Las herramientas 15a y 15b pueden ser usadas cuando la estrategia de contratación facilita la participación temprana de la construcción, es decir, cuando responsabilidad del diseño y dirección de construcción son atribuidas a compañías diferentes y el contrato de dirección de construcción puede ser otorgado a comienzos de la vida de proyecto¹.

Herramienta 15a

El mandante espera que su ingeniero/contratista o gerente de construcción incluya como parte de su proceso de gerencia de proyecto, un programa de Constructibilidad de proyecto que es adaptado para cubrir los requisitos del alcance de proyecto.

Alcance del programa de Constructibilidad

El ingeniero/contratista o gerente de construcción desarrollarán un programa de Constructibilidad de proyecto específico. Los requisitos mínimos para este programa son:

1. Desarrollo del plan de ejecución de construcción para la integración en el plan de ejecución de proyecto.
2. La participación en el desarrollo de la estrategia de contratación y adquisición del proyecto con otros miembros del equipo del proyecto y desarrollar el plan de contratación / subcontratación que resulta de esta estrategia.
3. Identificación de los métodos de construcción más importantes o especiales para la incorporación dentro del enfoque de diseño básico.
4. Desarrollo de la lógica de construcción y duraciones de actividades para el plan del proyecto, para conseguir una construcción dirigida en el plazo del proyecto.
5. Participación en el desarrollo de presupuestos y estimaciones del proyecto. Desarrollo de un plan de logística de sitio.
6. La participación en el estudio de sitio, cuando sea requerido, para asegurar el acceso del equipo de planta y equipo de construcción, personal de construcción, materiales. Desarrollo de los métodos para el aporte de constructibilidad dentro del proceso de diseño.

Requisitos organizativos

El ingeniero/constructor o gerente de construcción identificarán a una persona de su equipo del proyecto para ser responsable de dirigir el programa de constructibilidad de proyecto.

¹ CII-EUUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 101

Esta persona es considerada una persona clave para el mandante y estará entregado al proyecto en cuanto dure el programa de constructibilidad de proyecto.

Herramienta 15b

El propietario incluirá como parte del proceso de gerencia del proyecto del mandante, un programa de Constructibilidad de proyecto que es adaptado para cubrir los requisitos del alcance de proyecto.

Alcance de programa de Constructibilidad

El contratista de construcción (o gerente de construcción) desarrollará un programa de constructibilidad de proyecto específico. Los requisitos mínimos para este programa son:

1. El desarrollo del plan de ejecución de construcción para la integración dentro del plan de ejecución de proyecto.
2. Participación en el desarrollo de la contratación y adquisición del proyecto con otros miembros del equipo del proyecto y desarrollar el plan de contratación / subcontratación que resulta de esta estrategia.
3. Identificación de los métodos de construcción más importantes o especiales para la incorporación dentro del enfoque de diseño básico.
4. Desarrollo de la lógica de construcción y duraciones de actividades para el plan del proyecto, para conseguir una construcción dirigida en el plazo del proyecto.
5. Participación en el desarrollo de presupuestos y estimaciones del proyecto.
6. Desarrollo de un plan de logística de sitio.
7. La participación en el estudio de sitio, cuando sea requerido, para asegurar el acceso del equipo de planta y equipo de construcción, personal de construcción, materiales.
8. Desarrollo de los métodos para el aporte constructibilidad dentro del proceso de diseño.

Requisitos organizativos

El contratista de construcción o gerente de construcción identificará a una persona sobre su equipo de proyecto para ser responsable de dirigir el programa de constructibilidad de proyecto. Esta persona es considerada una persona clave para el mandante y estará entregado al proyecto en cuanto dure el programa de constructibilidad de proyecto.

La herramienta 15c puede ser usado cuando la estrategia de contratación no permite la participación temprana de la construcción. El mandante puede usar este documento cuando deciden poner la responsabilidad de constructibilidad con su propio ingeniero o si deciden obtener estos servicios de un contratista, gerente de construcción, o un consultor de constructibilidad²

² CII-EUUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 106

Herramienta 15c

Usado cuando el contrato de construcción no es otorgado hasta que el diseño ha sido terminado y el mandante elige conservar a un sustituto de constructibilidad para dirigir el programa de constructibilidad de proyecto a través de la fase de preconstrucción.

El propietario incluirá como parte del proceso de gerencia del proyecto del mandante, un programa de Constructibilidad de proyecto que es adaptado para cubrir los requisitos del alcance de proyecto.

Alcance de programa de Constructibilidad

El sustituto de constructibilidad desarrollará un programa de constructibilidad de proyecto específico. Los requisitos mínimos para este programa son:

1. El desarrollo del plan de ejecución de construcción para la integración en el plan de ejecución de proyecto.
2. La participación en el desarrollo de la estrategia de contratación y adquisición del proyecto con otros miembros equipo del proyecto y el desarrollo del plan de contratación / subcontratación que resulta de esta estrategia.
3. La identificación de los métodos de construcción más importantes o especiales para la constitución respecto al enfoque de diseño básico.
4. El desarrollo de la lógica de construcción y duraciones de actividades para el plan de proyecto, para conseguir una construcción dirigida en el plazo del proyecto.
5. Participación en el desarrollo de presupuestos y estimaciones del proyecto.
6. El desarrollo de un plan de logística de sitio.
7. La participación en el estudio de sitio, cuando sea requerido, para asegurar el acceso del equipo de planta y equipo de construcción, personal de construcción, materiales.
8. El desarrollo de los métodos para el aporte de constructibilidad dentro del proceso de diseño.

Requisitos de la organización

El sustituto de constructibilidad será miembro clave del equipo del mandante durante la fase de preconstrucción del proyecto y se comunicará directamente con el gerente del proyecto del propietario y el arquitecto(s), ingeniero(s) miembros claves del equipo del proyecto.

El sustituto de constructibilidad identificará al gerente responsable de dirigir el programa de constructibilidad de proyecto y comprometerá a esta persona el tiempo que dure el período de preconstrucción.

El sustituto de constructibilidad deberá suministrar personal con conocimientos de construcción especializados para proveer aportes de constructibilidad cuando se aborde asuntos específicos.

Herramienta 15d

La herramienta 15d es una cláusula para ser incluido en el contrato del arquitecto(s) o ingeniero(s) cuando el mandante pone la responsabilidad para dirigir el programa de constructibilidad de proyecto con un contratista de construcción, gerente de construcción, o consultor de constructibilidad.

El mandante convencido de los ahorros de costo más importantes y la mejora del programa pueden resultar de la implementación eficaz de los principios de constructibilidad. El propietario incluirá como parte del proceso de gerencia del proyecto del mandante, un programa de constructibilidad de proyecto que es adaptado para cubrir los requisitos del alcance de proyecto. Los objetivos de este programa apoyarán el trabajo en equipo, la creatividad, las nuevas ideas, los nuevos enfoques, y enfatizarán la integración de proyecto total, no la optimización de partes individuales. La responsabilidad para desarrollar y dirigir el programa de constructibilidad de proyecto será atribuida a (el nombre de contratista).

Para cubrir los objetivos del mandante, relacionados con constructibilidad, es esencial que todos miembros del equipo de proyecto del mandante apoyen el trabajo en equipo y enfatizan la integración de proyecto total³.

³ CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 108

3.16 Principios de constructibilidad

La herramienta 16 presenta los principios de constructibilidad para la implementación de un programa de constructibilidad, éstos son aplicados para realizar una ejecución más eficiente de los proyectos de construcción a través de la integración entre ejecutores y proyectistas.

La CII-Australia y CII-EEUU han desarrollado un Manual de Constructibilidad donde identifican los principios o conceptos de constructibilidad a aplicar en las fases del ciclo de vida del proyecto.

1. **Integración:** Constructibilidad debe ser una parte integral del plan de ejecución de proyecto.
2. **Conocimiento constructivo:** El plan del proyecto debe contar con conocimiento y experiencia constructiva.
3. **Participación constructiva:** La participación del personal en las etapas iniciales debe ser considerada en la estrategia de contratación.
4. **Programa:** El programa global del proyecto debe ser realista, sensible a la construcción.
5. **Métodos Constructivos:** el enfoque de diseño debe tomar en cuenta los principales métodos constructivos a utilizar
6. **Disposición de sitio:** Las instalaciones en terreno deben promover una construcción eficiente.
7. **Equipo experto:** Los participantes responsables del equipo del proyecto de constructibilidad son identificados en las etapas iniciales.
8. **Uso de tecnologías de información:** Su uso aumenta la constructibilidad.
9. **Sensible:** La constructibilidad será mayor si se tiene en cuenta programas de diseño y adquisición sensible a la construcción.
10. **Eficiencia:** El diseño debe configurarse permitiendo una construcción eficiente.
11. **Estandarización:** Los elementos de diseño deben ser estandarizados.
12. **Especificaciones:** Se aumenta la constructibilidad cuando se considera la eficiencia constructiva en su desarrollo.
13. **Modularización o Preensamblaje:** facilitan la fabricación, transporte e instalación.
14. **Accesibilidad:** El diseño debe considerar el fácil acceso materiales, equipos y personal de construcción.
15. **Facilidad:** El diseño debe facilitar la construcción en climas adversos
16. **Innovaciones constructivas:** La constructibilidad es aumentada cuando los métodos de construcción innovadores son utilizados.

No todos estos principios tienen el mismo grado de importancia en las cinco etapas del ciclo de vida del proyecto. Por citar un ejemplo, basta pensar en la gran importancia de los factores externos en la fase de viabilidad. Además los participantes en el proyecto tendrán diferentes funciones y responsabilidades con respecto a los doce principios mencionados; sus decisiones deben ser coordinadas para conseguir optimizar el rendimiento constructivo del proyecto.

En este sentido es muy interesante un marco de trabajo para la implementación del plan de constructibilidad, que identifica y coordina las funciones de decisión y responsabilidades del proyecto particular de cualquier participante durante el ciclo de vida del proyecto. Esto permite que los planes de constructibilidad sean llevados a cabo mediante proyectos particulares, que permiten a cada participante identificar sus funciones y responsabilidades, además de observar lo que tiene previsto hacer el resto, en cada fase del ciclo de vida. De este modo se consigue una mejor coordinación e integración.

Capítulo 4 Áreas de Oportunidad para la Constructibilidad

Constructibilidad 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.

La aplicación de los conceptos de constructibilidad pueden ser aplicados durante las diversas etapas del proyecto, con la finalidad de modernizar los procesos constructivos convencionales en los casos que quieran mejoramiento técnico, reducir costos, mejorar la calidad, y/o disminución de los efectos nocivos en el medio ambiente.

Mientras más tempranamente se apliquen los conceptos de constructibilidad desarrollados principalmente por el CII, mayor será su influencia en la modificación de las técnicas constructivas a ser utilizadas durante el proyecto y, por lo tanto, en los costos. La influencia de la constructibilidad sobre el costo durante las diferentes etapas del proyecto se muestra en la figura 4.1.

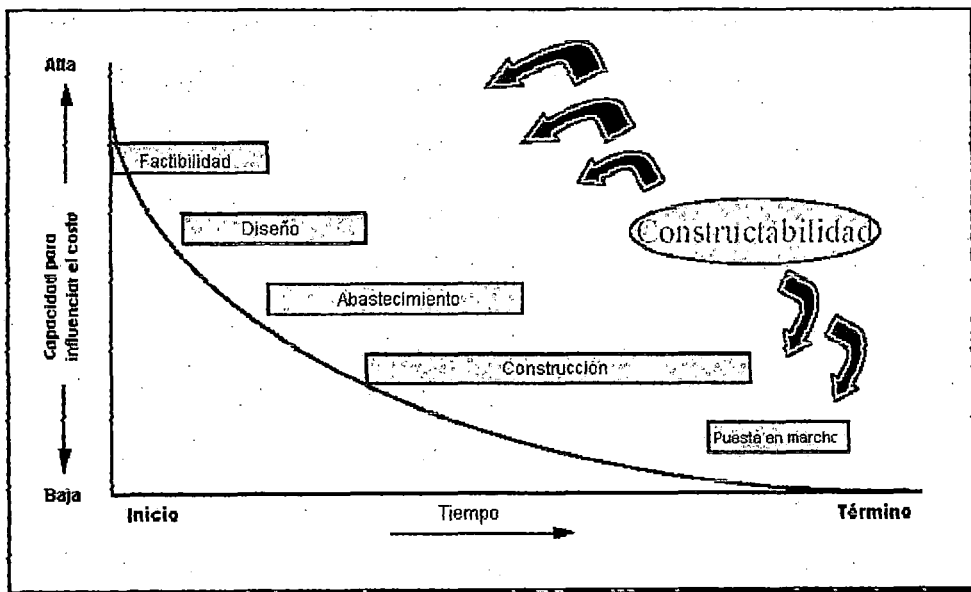


Fig. 4.1 Capacidad para influenciar el costo final de un proyecto, a lo largo de su ciclo de vida (*Adaptado del CII, 1986)

De la figura anterior se puede apreciar que la mayor influencia sobre el costo se da en las fases iniciales del proyecto, la factibilidad aborda los objetivos del proyecto, tiene gran influencia sobre la construcción. El estudio de la constructibilidad ha orientado en forma significativa sus esfuerzos hacia las etapas de diseño y abastecimiento de materiales.

“Características comunes de los Proyectos en los que se aplica plenamente la constructibilidad”.¹

- a) El propietario y los contratistas (diseño y construcción) están orientados a lograr la efectividad económica global del proyecto, reconociendo la alta influencia que tienen las decisiones iniciales sobre el desempeño posterior del proyecto.

* CII-EEUU, Source: “Constructability: A Primer,”

¹ SERPELL, Alfredo. Administración de Operaciones de Construcción, Pág. 63

- b) Los administradores del proyecto (por parte del propietario, contratista, etc.) usan la constructibilidad como su mejor herramienta para lograr los objetivos del proyecto, en lo que respecta a costos y programas.
- c) Estos administradores integran tempranamente la experiencia de construcción al proyecto. Esto significa encontrar el tipo apropiado de personal especializado en construcción, con una comprensión acabada de la forma en que un proyecto es planeado, diseñado y construido.
- d) Los diseñadores y proyectistas son receptivos a la implementación de la constructibilidad.

La figura 4.2 resume los conceptos mencionados anteriormente.

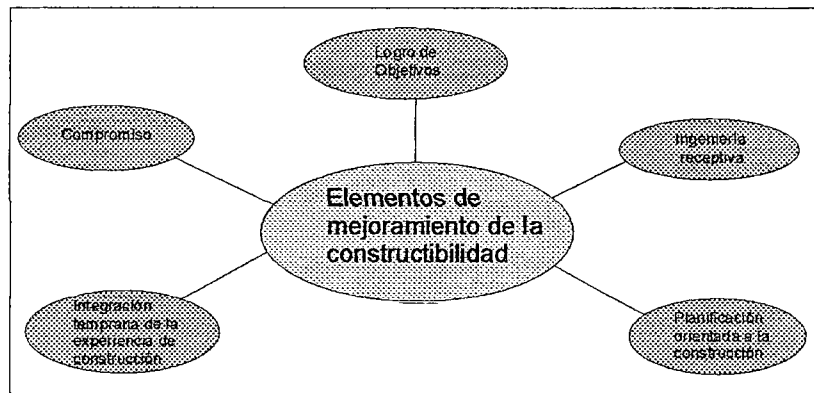


Fig. 4.2 Elementos de mejoramiento de la constructibilidad
(*Adaptado SERPELL, Alfredo. Administración de Operaciones de Construcción, Pág. 63)

4.1 Constructibilidad en el Estudio de Factibilidad

La aplicación de la constructibilidad a una edad temprana del proyecto, podrá tener efectos de mayor alcance que los se obtengan más tarde. La constructibilidad durante el estudio de factibilidad debe plantear diversas alternativas técnicas para los métodos constructivos tradicionales, de tal forma que éstas sean estudiadas en mayor detalle durante la etapa de diseño conceptual. La selección preliminar de alternativas deberá basarse en el potencial y rentabilidad de mejoramientos que ofrezca cada método constructivo. Estas alternativas no deberán descartar los sistemas constructivos convencionales, al menos en esta etapa.

En el sector de edificaciones, específicamente en pequeños proyectos de nuestro medio se debe tener en cuenta lo siguiente: "una vez elegido el mercado meta al que queremos dirigirnos y haber diseñado nuestras estrategias de mercado, debemos realizar la búsqueda del terreno y la elección del producto (edificio) que lanzaremos al mercado. Para esto es imprescindible hacer la evaluación beneficio/costo para cada uno de los terrenos que podríamos adquirir. Es en esta etapa donde ya se pueden incorporar los conceptos de Constructibilidad con grandes beneficios posteriores.

En la evaluación del estudio de factibilidad de las diversas alternativas, el análisis de la rentabilidad es de suma importancia para el mandante, empresa, contratista, en este sentido es muy importante tomar las decisiones en función de los indicadores dinámicos basados en la TIR y el VAN, en vez de hacerlo en función únicamente a los típicos indicadores estáticos, los cuales no consideran el costo del dinero a través del tiempo".²

² ORIHUELA, Pablo & ORIHUELA, Jorge. Constructabilidad en pequeños proyectos Inmobiliarios, Pág 3.

La herramienta fundamental en la factibilidad es el flujo de caja, debido a que nos muestra el mayor beneficio que se puede obtener sensibilizando la rentabilidad con diferentes variables y escenarios. De acuerdo a experiencias en el sector de edificaciones de nuestro medio sobre estas evaluaciones nos dice que las variables de mayor incidencia frecuentemente son el precio, la velocidad de ventas, el plazo de obra y el costo de construcción.

La velocidad de ventas depende en gran medida del precio y a su vez el precio del costo de construcción; por otro lado el periodo de duración de todo el proyecto inmobiliario y por ende la rotación del capital, dependen también del plazo de obra. Finalmente el plazo de obra y el costo de construcción, dependen del manejo y de los sistemas constructivos a emplearse.

Ejemplo:

Extraído del artículo Constructibilidad en pequeños proyectos inmobiliarios: Si optamos por usar muros de concreto vaciados en sitio en vez de albañilería confinada, nuestros flujos de caja van a tener una configuración muy diferente; los plazos de ejecución serán menores, consecuentemente el horizonte del flujo de caja tendrá menos periodos, el cronograma de gastos arrojará una inversión mucho más rápida, los montos de gasto por periodo serán mayores, los principales proveedores serán distintos, los gastos generales tendrán un menor impacto, quizás habrá una inversión inicial mucho mayor, etc., todo esto movilizará los flujos de caja de forma muy diferente y por ende la TIR y el VAN nos darán valores que cambiarán nuestras decisiones sobre la factibilidad.

4.2 Constructibilidad en el Diseño Conceptual y Final

El diseño de una obra civil es tratar de replicar la idea a través de un conjunto de planos, especificaciones y todo lo que sea necesario para poder hacerlo realidad.

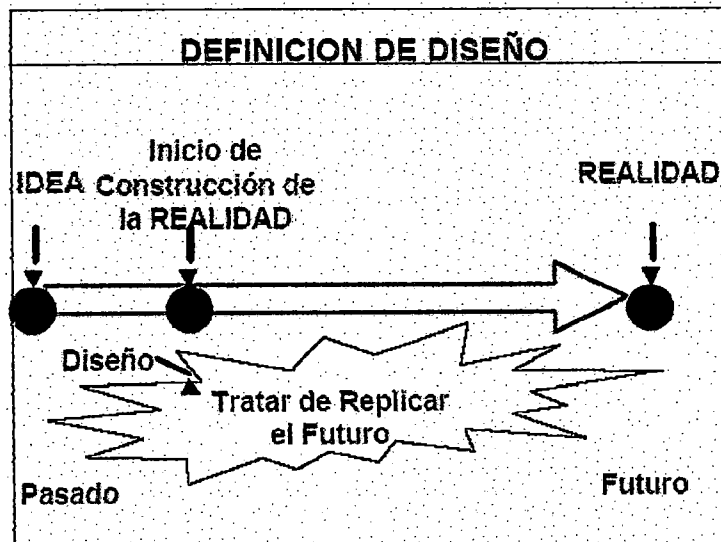


Fig. 4.3 Representación gráfica del diseño

(* Extraído de <http://cursos.puc.cl/icc2913-1/>, curso dictado por Leonardo Rischmoller Delgado en la Universidad Católica de Chile

La etapa del diseño la constructibilidad implica utilizar toda la información y los conocimientos disponibles de construcción antes de desarrollar la ingeniería de detalle, para ello es muy importante trabajar sobre un proyecto previo desarrollado en la factibilidad.

4.2.1 Constructibilidad en el Diseño Conceptual

En la fase de diseño conceptual se presenta para la constructibilidad la mejor oportunidad para producir cambios/innovaciones en los procesos constructivos, Durante esta etapa del proyecto, se deberán seleccionar una o dos alternativas innovadoras, de forma paralela al método constructivo convencional. Los métodos alternativos deberán ser estudiados al mismo nivel de profundidad que el método tradicional. Mediante el estudio de métodos alternativos será posible modificar parcial o totalmente los procedimientos constructivos convencionales. “El resultado del diseño conceptual presentará, por lo tanto, dos o tres alternativas, que serán evaluadas en sus aspectos técnicos (factibilidad de construcción, calidad, tiempo de ejecución, efecto en el medio ambiente, etc.), y económicos (costo del proyecto, vida útil de la estructura, costos indirectos, etc.)”³. Los resultados serán sopesados, de modo de tomar una decisión final acerca del método constructivo a utilizar, donde se balanceen las ventajas y desventajas de cada uno. Deberá considerarse, además, que la utilización de métodos innovadores representa un riesgo que también debe ser evaluado.

Los conceptos que se aplican en esta etapa del proyecto han sido desarrollados por el CII-EEUU y complementados por Alfredo Serpell y se detallan a continuación:

I-1. El programa de Constructibilidad es una parte integral del plan de ejecución de proyecto⁴.

Este concepto establece que si la constructibilidad es adoptada sobre un proyecto y se tiene como objetivo aprovechar sus beneficios, entonces los planes para lograrla deben estar escritos como parte de los planes de ejecución del proyecto.

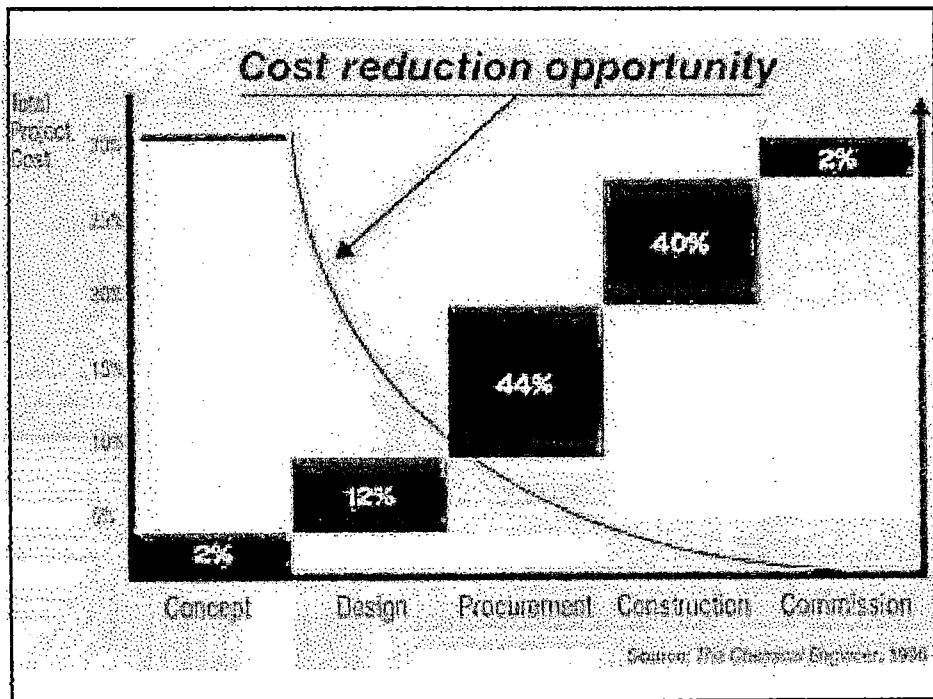


Fig. 4.4 Oportunidad de reducción del costo de un proyecto, a lo largo de su ciclo de vida
(*Fuente: Chemical Engineer, 1996)

³ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 62

⁴ SERPELL, Alfredo. Administración de Operaciones de Construcción, Pág. 65

En la mayoría de los casos, estos planes son preparados por un gerente del propietario en las etapas iniciales de un proyecto, el plan de ejecución de un proyecto es un programa integrado y coordinado, destinado a completar todas las actividades y cumplir los objetivos del proyecto. Incluye la organización, los procedimientos operativos, el programa, el presupuesto y la estrategia general del proyecto. Este plan afecta el de los diseñadores y constructores, los cuáles deben coordinarse con el plan del propietario. Debe estar escrito como parte del plan de ejecución de proyecto.

El programa de constructibilidad debe ser una parte integral del proceso de planificación para el proyecto. El programa de constructibilidad puede colaborar en la ejecución eficaz del proyecto en muchos aspectos:

- (1) Ayudar a establecer metas y objetivos del proyecto: Las metas de ingeniería y construcción deben ser consistentes con todas las metas del proyecto, evitando así el peligro de la sub-optimización.
- (2) Proveyendo una manera lógica y sistemática para integrar el diseño y construcción: El problema consiste en combinar gente (diseñadores y constructores) con diversas culturas, metas y potenciales diferentes, para que trabajen en conjunto de una manera efectiva.
- (3) Suministrar un mecanismo para obtener la experiencia de construcción de campo tan necesaria: Los problemas o alternativas que involucran métodos o técnicas, materiales, equipos, etc., pueden ser resueltos antes de que el diseño sea finalizado, como una manera de reducir los costos en terreno sin impactar en forma adversa los costo de diseño.
- (4) Mejorar la comprensión del propósito del diseño por el personal de construcción.

II-2. La planificación del proyecto debe contar con conocimientos y experiencia de construcción.

Este concepto se dirige a conseguir beneficios de costo y plazo a través de la inclusión de personas con experiencia en construcción en las funciones iniciales de planificación. Estas personas son responsables de determinar cual es la mejor manera de satisfacer la necesidad de una organización; por ejemplo la fabricación del nuevo producto, incrementando la capacidad existente, reduciendo gastos, o mejorando la calidad.⁵

Diversos y numerosos factores puede afectar el costo y plazo, los que pueden ser omitidos involuntariamente durante la etapa de planificación conceptual. A continuación se detallan los siguientes: disponibilidad de materiales y mano de obra, costo de mano de obra y costo de transportes

Algunas aplicaciones de este concepto de constructibilidad:

- Establecer los objetivos de proyecto
- Seleccionar los métodos de construcción más importantes
- Seleccionar el sitio de proyecto y analizar la factibilidad del programa
- Estimaciones de rendimiento en terreno, preparar estimaciones y presupuestos,
- Desarrollo de la estrategia de contratación y determinación de fuentes de recursos (materiales, equipos, etc.)⁶

⁵ CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 110

⁶ SERPELL, Alfredo. Administración de Operaciones de Construcción, Pág. 65

I-3. La participación del personal con conocimientos y experiencia de construcción deben ser considerados en el desarrollo de la estrategia de contratación.

La estrategia de contratación tendrá una influencia muy importante sobre la disponibilidad del personal calificado de construcción para servir a equipos de constructibilidad. Los propietarios deben ser particularmente conscientes de las estrategias que limitan el papel del constructor durante la fase temprana del proyecto. Por ejemplo, si el sistema de entrega de proyecto emplea la estrategia tradicional de contratos distintos para el diseñador y el contratista general, el propietario tendrá la responsabilidad para coordinar el aporte de construcción en las fases de diseño.

I-4. "Programas generales del proyecto son sensibles a la construcción".⁷

Este concepto establece la fecha de terminación del proyecto y los requisitos de la fase de construcción deben ser considerados para optimizar el costo y plazo del proyecto. Este concepto aborda el programa de proyecto en su conjunto

La fase de planificación conceptual establece una programación para todo el proyecto, para optimizar el tiempo y costo en forma global, y lograr los plazos requeridos por el dueño. Por otro lado, el diseño, el abastecimiento y la construcción tienen su propia secuencia y duración óptima. Pocos proyectos tratan de lograr la optimización de todo el proceso.

En el proceso de planificación frecuentemente se usa la técnica de programación de "FORWARD PASS", es decir, se satisface primero los plazos de la planificación, diseño y abastecimiento y se deja lo que queda a la construcción. Esto ocurre por que el propietario y diseñadores están generalmente involucrados en la fase conceptual y de diseño de un proyecto, y así tienden a proteger sus respectivas actividades, sin sensibilizarse por las necesidades de la construcción.

Para lograr los beneficios de la constructibilidad, los propietarios deben preocuparse de las limitaciones de esta aproximación y requerir que todos los programas proyectos sean determinados usando "BACKWARD PASS", es decir, considerando desde la fecha de término hacia atrás, asignado suficiente tiempo para la construcción y basándose en un análisis del balance requerido en los tiempos asignados a cada una de las etapas.

Considerar la etapa de construcción tempranamente en el desarrollo de toda la programación del proyecto, tiene el potencial de intercambiar trabajos de terreno, que se deben realizar a un alto costo, por actividades de planificación, diseño y abastecimiento, de menor costo. El resultado es la efectividad económica global de los programas del proyecto.

Los siguientes ítems son importantes consideraciones en la planificación conceptual, al desarrollar los programas de construcción:

- La secuencia de las principales actividades de construcción y subcontratos.
- El establecimiento de duraciones realistas para las actividades de construcción, con el fin de prevenir costos por sobre tiempo, aceleración o altos niveles de mano de obra.
- El efecto de nivelar los recursos de construcción durante el desarrollo de las actividades de diseño y abastecimiento.

⁷ SERPELL, Alfredo. Administración de Operaciones de Construcción, Pág. 67

- El impacto de las condiciones climáticas en las actividades de construcción incluye la definición de épocas más importantes de ejecución, si es necesario.
- El tiempo de adelanto necesario para el envío de los principales ítems de equipos, bajo diferentes alternativas de adquisición.
- La asignación de tiempo suficiente para movilización en áreas remotas, incluyendo el tiempo para reclutar y capacitar mano de obra cuando se requiera.
- La asignación de tiempo suficiente para los procesos de contratación y subcontratación.

I-5. Los enfoques de diseño básicos consideran los principales métodos constructivos

Los métodos de construcción más importantes pueden ser definidos como el uso del equipo de construcción, el trabajo, y la ordenación en serie del trabajo de tal manera de que los métodos se adecuan al mejor diseño. Los métodos de construcción más importantes deben ser considerados durante la planificación conceptual. Todos miembros del equipo de proyecto deben interactuar y coincidir en la metodología que medirá cuantitativamente y cualitativamente el resultado de los métodos de construcción más importantes como colaborador seguro de construcción para los objetivos de proyecto en su conjunto.

Las principales aplicaciones de los métodos constructivos, que pueden ser considerados como datos importantes del diseño:

- La utilización del concepto de modularización/prefabricación para la construcción
- Sistemas de excavación en diferentes condiciones
- Sistemas de fundaciones y su impacto en las operaciones de construcción
- Uso de pre-ensamblaje o pre-armado como una solución constructiva

I-6. La disposición de las instalaciones en el terreno debe promover una construcción eficiente

Este el concepto aborda el principio de que la eficiencia de la construcción es un criterio importante en la disposición de las instalaciones tanto permanentes como temporales. Una efectiva disposición de la instalación de terreno puede facilitar las actividades de construcción, reducir las pérdidas de productividad y reducir los costos en muchas formas, como por ejemplo:

- (1) Proporcionar espacio suficiente para almacenamiento y sitios de trabajo
- (2) Facilitar el acceso de equipo de construcción, materiales, y personal
- (3) Evitar trabajos problemáticos cuando existen diversas alternativas
- (4) utilizar las obras permanentes para usos temporales
- (5) Al localizar el espacio para la bodega, áreas de estacionamiento, etc., Considerar la distancia al lugar de trabajo, debe estar cerca de la obra
- (6) Planificación del drenaje adecuado durante la construcción.

I-7. Las personas responsables del programa de constructibilidad deben ser identificados en la etapa inicial⁸

⁸ CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 112

Las personas claves del equipo de proyecto son responsables de la constructibilidad. Estas personas deben ser identificadas tan temprano como la estrategia de contratación lo permita y deben continuar durante toda la duración de proyecto. La participación previa de estas personas en un tipo de proyecto similar, particularmente durante la fase de construcción, aumenta la constructibilidad. Además de tener conocimientos de construcción y experiencia, los criterios de selección deben incluir:

- (1) Habilidad de trabajo en equipo y destreza de comunicación,
- (3) La habilidad para evaluar objetivamente el diseño y los intercambios de construcción. Receptividad a las nuevas ideas.

I-8. Las tecnologías de información (TI) avanzadas deben ser aplicadas durante todo el proyecto.

La constructibilidad es aumentada explotando las capacidades y beneficios de tecnologías de la información avanzadas. Actualmente algunas de las tecnologías de la información (TI) utilizadas por la industria de la construcción son: desde máquinas de fax hasta comunicaciones vía Internet, desde software de automatización para la oficina hasta aplicaciones CAD (Computer Aided Design) avanzadas que nos permiten el modelado tridimensional por computadora, desde la adquisición de datos utilizando computadoras portátiles hasta la adquisición de datos utilizando sensores láser automatizados. Las tecnologías nuevas proveen las oportunidades para mejorar la aplicación de conocimientos de construcción y experiencia a través de una interfase mejorada entre ingeniería de proyecto, la construcción, y el personal de mantenimiento.

4.2.1 Constructibilidad en el Diseño Final

En la fase del diseño final es más difícil introducir cambios / innovaciones que afecten el proyecto en su conjunto. Sin embargo, muchos de los procesos constructivos individuales pueden ser modificados con relativa facilidad, de modo de mejorar la efectividad y reducir los costos del proyecto. Los estudios de constructibilidad podrán introducir cambios, en los que se analizan las secuencias de erección, detalles de conexión, juntas de construcción, estandarización de elementos, modularización, interferencias entre los sistemas simultáneos en espacios reducidos, etc⁹.

Los principales conceptos aplicables a esta etapa han sido desarrollados por el CII de EEUU y se detallan a continuación:

II-1. La constructibilidad de un proyecto se mejora cuando los programas de diseño y adquisiciones son sensibles a la construcción.

El alto costo de la construcción comparado con el diseño y adquisiciones, generalmente debiera dar a la construcción el mayor peso en la optimización de la programación. La planificación de proyectos debería considerar estas relaciones y valores de costo tan temprano como sea posible. La no consideración del programa de construcción es un oneroso error en la administración. El diseño es un proceso complicado y absorbente, pero frecuentemente es el área más productiva para optimizar el programa del proyecto entero.

El propietario, el administrador del proyecto, el administrador de la construcción, el diseñador y el contratista tienen tres áreas principales donde mirar para optimizar los programas del proyecto: diseño, adquisiciones y construcción. Aunque cada uno tiene una secuencia particular para su logro más eficiente, ellos deben integrarse para generar un programa global más eficiente para el proyecto.

⁹ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 62

II-2 - Los diseños son configurados para permitir una construcción eficiente

Este concepto incorpora la constructibilidad en la etapa de diseño. El resultado deseado es facilitar el intercambio de las ideas entre la construcción y profesionales de diseño antes de que las actividades de diseño ocurran. Durante esta etapa se genera planos y especificaciones en cada especialidad de diseño. La idea es aplicar la constructibilidad para analizar cuidadosamente la distribución espacial, su facilidad de mantención posterior, su operatividad y seguridad, etc.

Los siguientes factores deben estar siempre presentes durante los análisis de constructibilidad:

- **La simplicidad:** Es un elemento deseable para cualquier diseño de construcción.
- **La flexibilidad:** Es deseable que el personal de construcción de campo pueda seleccionar métodos alternativos de enfoques innovadores más deseables. Los diseños deberían especificar los resultados deseados y no limitar los diferentes modos de obtener esos resultados.
- **Secuencia:** La secuencia de instalación de materiales y equipos es tanto una consideración de diseño como de adquisiciones y construcción. Muchas veces los diseños evolucionan de tal manera que se descubre, demasiado tarde, que se ha dejado totalmente bloqueado el acceso al lugar de ejecución de una operación. La configuración de obras no debería limitar o restringir la secuencia de instalación.
- **Sustituciones:** O alternativas que merezcan atención, evitando el "siempre se hace de esta manera".
- **Disponibilidad de mano de obra:** La disponibilidad de mano de obra y el nivel de especialización de los trabajadores deben ser acuciosamente explorados. Cualquiera de estas restricciones puede tener un impacto importante en un proyecto y requieren ser consideradas durante la fase de diseño. Los diseños que requieran capacidades laborales especiales deben ser minimizados en todos los casos; ocurre lo mismo con aquellos que demandan un uso intensivo de la mano de obra. El mayor obstáculo para un efectivo programa de constructibilidad es el síndrome de "solo revisar". Esto ocurre cuando los productos completos o sustancialmente completos de diseño son meramente revisados por la construcción. Esta situación de por sí, es un claro reflejo de que el programa de constructibilidad no está funcionando de manera efectiva.

II-3. La constructibilidad es mejorada cuando el diseño de elementos es estandarizado.

Este concepto aborda la obtención de beneficios en términos de costos y programa a través del uso de la estandarización, un proceso mediante el cual se logra que los elementos de un proyecto sean regulares y usados genéricamente, estén disponibles o son proporcionados rápidamente. Muchos de los elementos de un proyecto tienen un potencial de estandarización. Las dimensiones, tipos de materiales, formato de diseño gráfico, detalles de construcción y sistemas de instalaciones de edificios pueden ser estandarizados.

La estandarización resulta con la ayuda de la administración, a través de los esfuerzos del personal de diseño, de la experiencia de construcción, etc. El plan de ejecución del proyecto debe reflejar un compromiso de aplicación de la estandarización, siempre que sea posible beneficiarse de sus ventajas. Los niveles apropiados de estandarización son determinados a través del examen de las ventajas y desventajas para el proyecto. Algunas de las ventajas de estandarización son:

- (1) Beneficios de la curva de aprendizaje debido operaciones repetitivas, incrementando productividad y calidad.
- (2) Descuentos por volumen de compras (más de los mismos elementos).
- (3) Simplificación en la adquisición de materiales (menos elementos distintos).
- (4) Simplificación del manejo de materiales en obra (menos elementos distintos).
- (5) Reducción en tiempo de diseño
- (6) Otros beneficios, resultantes de la gran intercambiabilidad de piezas y la reducción de la variedad de piezas almacenadas en bodega.

Sin embargo, la estandarización también presenta algunas desventajas, tales como:

- (1) Puede producir un aumento de la cantidad de material usado y del peso de los elementos
- (2) Puede reducir la creatividad del diseño
- (3) Grandes volúmenes de compra y envíos tempranos de materiales pueden incrementar los costos del inventario.

II-4. La constructibilidad es mejorada cuando la eficiencia de construcción es considerada en el desarrollo de especificaciones.

Los conocimientos y experiencia de construcción pueden colaborar significativamente en la generación de las especificaciones, ello promueve la eficiencia en las operaciones de construcción de campo. La constructibilidad puede ser aumentada por las siguientes consideraciones. El desarrollo de la especificación dentro de un proyecto es hecho como una actividad de proyecto distinta con la participación completa y temprana de personal apropiado con conocimientos de construcción y experiencia. El tiempo suficiente permitido para desarrollos completos de especificaciones, consistentes y sin errores. La claridad es un requisito principal característico de una buena especificación. Una especificación de construcción sola cubre todos los aspectos apropiados de un solo tema o componente.

II-5. Los diseños modulares o preensamblados para facilitar la fabricación, el transporte e instalación, mejora la constructibilidad.

Estos diseños mejoran la constructibilidad, la modularización o preensamblado es una forma de abordar la construcción de una obra, y la decisión de usar estos esquemas debería ser tomada durante la fase de diseño conceptual. El preensamble o prearmado corresponde al proceso en el cual varios materiales, componentes prefabricados y/o equipos, son unidos en una ubicación remota, para una posterior instalación en terreno como una sola unidad. Para completar el armado, normalmente se necesita de trabajo adicional en el terreno. La modularización corresponde a productos que resultan de operaciones remotas de armado, que pueden incluir porciones de muchos sistemas. Generalmente, es la unidad o componente transportable de mayor tamaño de una instalación u obra. La utilización de estos métodos requiere un importante aporte de experiencia y conocimiento en proyectos materializados donde se haya usado esta metodología, dado que imponen varias demandas y restricciones para las etapas de diseño, adquisiciones y construcción. Entre éstos tenemos:

- Diseño orientado a su fabricación, transporte e instalación
- Mano de obra calificada para este tipo de trabajo
- Sistema y procesos de fabricación
- Transporte de elementos grandes

II-6. Los diseños deben considerar la accesibilidad del personal, materiales y equipos al lugar de construcción.

El acceso difícil para el personal, material, y equipo sobre el proyecto pueden afectar negativamente el éxito del proyecto para conseguir los objetivos de proyecto. El acceso difícil para personal puede afectar la productividad seriamente. Además el acceso difícil dirige frecuentemente las condiciones presentes de trabajo poco seguras. De forma semejante las rutas de acceso difíciles para materiales caracterizados por su alto volumen pueden afectar el costo y programa adversamente.

La accesibilidad puede ser un problema en:

- (1) Proyectos en lugares cerrados, o donde la capacidad vial es limitada.
- (2) Adiciones o modificaciones a proyectos existentes, en áreas congestionadas, o cuando el espacio de trabajo es restringido.
- (3) Trabajos en mucha altura
- (4) Instalación de equipos de grandes dimensiones o de gran peso.
- (5) Sitios con variaciones topográficas importantes.
- (6) Sitios con ubicación contigua a proyectos recién construidos.
- (7) Sitios con condiciones extremas de medio ambiente, como clima, terrenos con basurales, vegetación, etc.
- (8) Proyectos que involucren múltiples contratistas.

Recomendaciones para asegurar la accesibilidad:

- (1) Promover distancias cortas y movimientos fáciles para el acceso de los trabajadores a los sitios de trabajo
- (2) Los sistemas de transporte, tanto vertical como horizontal, deben permitir un acceso rápido a los lugares de trabajo.
- (3) Las áreas de almacenamiento deben permitir una transferencia fácil de materiales y equipos a los lugares de trabajo.
- (4) El diseño debe permitir un fácil acceso durante la construcción, como también durante la operación y mantención de las obras
- (5) Se debe considerar posible atrasos en la llegada de equipos mayores, de modo que de producirse esta situación, su instalación no afecte al resto de la obra.
- (6) Se debe estudiar adecuadamente la coordinación del trabajo de varias cuadrillas o subcontratistas en espacios reducidos.
- (7) Se debe analizar y resolver problemas que se pueden presentar en operaciones productivas existentes
- (8) Hay que considerar adecuadamente en el diseño y construcción las restricciones dimensionales que pueden existir en la obra, que limiten el tamaño de la maquinaria de construcción y de los equipos a instalar.

II-7. Los diseños deben facilitar la construcción bajo condiciones de clima adversas.

Es reconocido que las condiciones de clima adversas pueden tener impacto importante sobre costo de construcción y del programa. En muchos casos, sin embargo, los efectos del clima adverso pueden ser aliviados con un diseño correcto del proyecto. Las actividades típicas que pueden incluir la consideración del clima adverso son:

- (1) La distribución de las instalaciones debe permitir el fácil acceso en condiciones de clima adverso.
- (2) Proveer la protección a personal.
- (3) Seleccionar materiales que no se deterioren fácilmente

- (4) Usar prefabricación, prearmado y modularización para reducir el trabajo en terreno.
- (5) Programar el trabajo de modo de maximizar el uso de períodos de buen tiempo.
- (6) Seleccionar materiales y equipos que puedan ser despachados en condiciones de mal tiempo, con un alto nivel de confiabilidad.
- (7) Drenaje adecuado del terreno, junto con una buena iluminación.
- (8) Programar despacho de equipos y materiales, de modo de minimizar las necesidades de protección del terreno.
- (9) Contar con lugares de almacenamiento adecuadamente protegidos.

4.3 Constructibilidad durante la Licitación

La etapa de licitación ofrece una nueva oportunidad para introducir la constructibilidad mediante la incorporación de cambios / innovaciones tecnológicas. En este caso, sin embargo, la constructibilidad debe ser proporcionada por el contratista o por un consultor. La reducción en los costos del proyecto puede obtenerse mediante la utilización de sistemas constructivos más eficientes, podrá ser utilizada por el contratista para generar mayores márgenes de ganancia, para reducir sus costos en la licitación, o para lograr ambas metas. Esta última es la más recomendada, ya que genera beneficios tanto para el propietario como para el contratista. Otra forma de aumentar la competitividad es, proponiendo una alternativa de mayor valor técnico, por ejemplo, ofreciendo una mayor calidad del producto terminado, un menor impacto al medio ambiente, menor tiempo de construcción, u otros métodos.

Las bases para la licitación podrán promover el desarrollo de sistemas constructivos alternativos, que ofrezcan ventajas técnicas o económicas como parte de la competencia entre empresas constructoras o consultoras. Adicionalmente si se ponderan los méritos técnicos y los precios del proyecto durante la evaluación de la oferta, de modo que se favorezca al aspecto técnico, se promoverá que las empresas inviertan el tiempo necesario en estudiar adecuadamente diferentes alternativas técnicas¹⁰.

4.4 Constructibilidad en el Abastecimiento

El abastecimiento tiene un impacto importante en costo y programa de la construcción. La figura 4.5 muestra un esquema típico del rol que ocupa el abastecimiento en la construcción.

El proceso de abastecimiento es muy importante para aplicar el criterio de la constructibilidad, pues cada vez el mercado ofrece mas variedad de productos y sistemas constructivos, sin embargo en la mayoría de los casos elegimos a nuestros proveedores por la simple moda, por el simple hecho de haber trabajado anteriormente con ellos, o fundamentalmente porque tienen el menor precio.

En el abastecimiento se pueden utilizar los siguientes criterios de constructibilidad:

- Considerar los diferentes factores que ocasionan la elección de cierto material como por ejemplo, si elegimos un tipo y marca de ladrillo habría que considerar diferentes factores, tales como el consumo de cemento por m² de muro, la influencia de superficies mas uniformes que nos permiten adelgazar los tarrajes, la facilidad o dificultad en el transporte, la adherencia con el mortero,

¹⁰ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 63

el porcentaje de absorción de agua, la necesidad de pañeteo previo, la facilidad o dificultad para el corte, la facilidad para empotrar las tuberías, la generación de desperdicios, la eliminación de algunas actividades a la hora de su colocación, etc.

- Realizar un proceso de comparación para diferentes materiales, con la finalidad de elegir el más adecuado, por ejemplo si tenemos que elegir un determinado tipo de encofrado deberíamos disponer de un cuadro comparativo que considere factores como pesos por m², necesidad de desmoldantes especiales, facilidad para los engrampes, necesidad de grúas, costos adicionales por aditamentos no previstos en el costo de alquiler, disponibilidad de dispositivos de ayuda, etc.

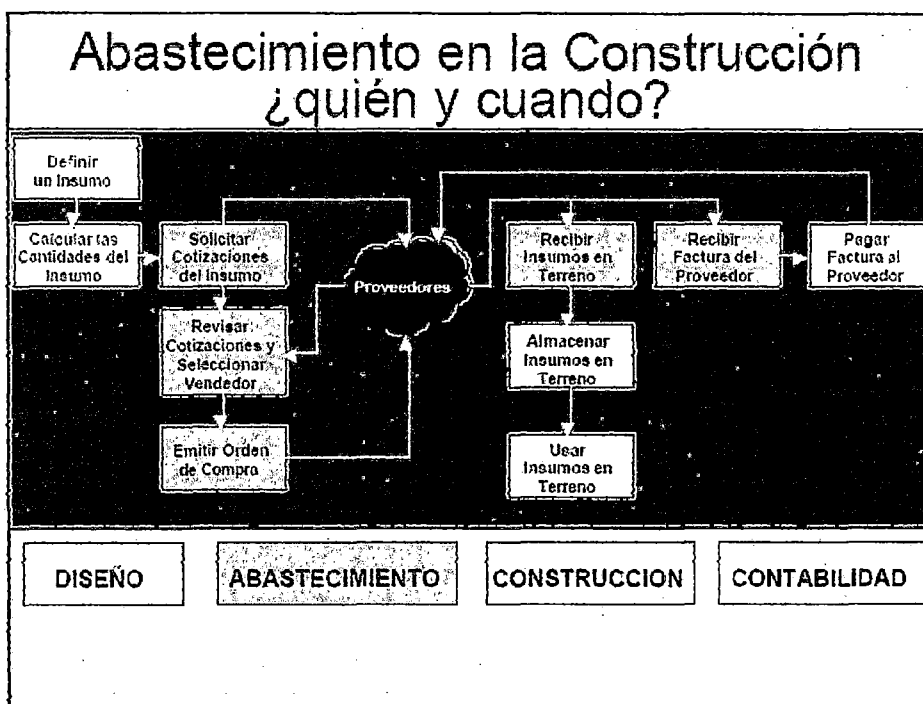


Fig. 4.5 Rol del abastecimiento en la construcción
 (* Extraído de <http://cursos.puc.cl/icc2913-1/>, curso dictado por Leonardo Rischmoller Delgado en la Universidad Católica de Chile)

- Elegir marcas, suministros, subcontratistas, compras o alquileres por el menor precio es una costumbre bastante arraigada en nuestro medio que debemos desterrar, esta práctica generalmente a la larga nos conduce a lo contrario

Los beneficios de la Constructibilidad en esta etapa es tener un proceso de abastecimiento (adquisiciones) más eficiente y productivo, cotizar rápidamente a múltiples proveedores de una sola vez para decidir a que proveedor comprar, Tener cuadros comparativos de diferentes materiales de construcción. Control de presupuesto (por monto y cantidad) a lo largo de todo el proceso de abastecimiento

La constructibilidad permite controlar al 100% del proceso de abastecimiento completo: de principio a fin, permite comprar "a cualquier proveedor", controlar centralizadamente y en línea la aprobación de documentos sin papeles y sin burocracia, acceso a reportes de la gestión de adquisiciones de la empresa, comparar contra presupuesto y controlar el avance de sus obras. Permite tener acceso a nuevos proveedores y profundizar la relación con los proveedores estratégicos.

4.5 Constructibilidad durante la Construcción

Los problemas de constructibilidad todavía existen durante las operaciones de campo, y una vez en el campo, los constructores todavía pueden cosechar beneficios de constructibilidad de sus propias acciones.

La habilidad para influir en esta etapa es menor que en las anteriores, pero no menos importantes ya que la construcción representa el mayor costo de todo el proyecto.

El objetivo de la investigación en esta fase es explorar las maneras en que los conocimientos de construcción y experiencia pueden aumentar la constructibilidad durante las operaciones de campo, limitado estrictamente a los problemas de operaciones de campo.

A comparación de los capítulos previos que han sido dirigidos principalmente hacia propietarios y diseñadores, esta investigación es dirigida principalmente hacia organizaciones contratistas.

La construcción involucra hacer realidad el diseño es decir, seguir el orden, disposición, procedimientos, etc. del diseño. La figura 4.6 representa gráficamente el diseño.

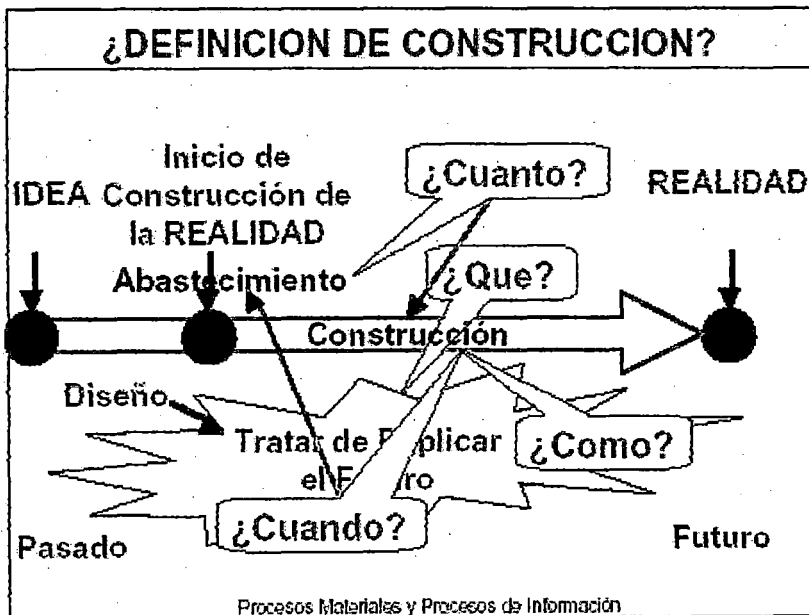


Fig. 4.6 Representación gráfica de la Construcción
(* Extraído de <http://cursos.puc.cl/icc2913-1/>, curso dictado por Leonardo Rischmoller Delgado en la Universidad Católica de Chile)

El concepto de constructibilidad desarrollado para las operaciones de campo:

Constructibilidad: es aumentada cuando se usan métodos de construcción innovadores¹¹.

Un método de construcción corresponde a la manera técnica en que se utilizan varios recursos de construcción.

¹¹ CII-EEUU, SD34 Constructability Improvement During Field Operations, Pág. 13

Los métodos de construcción innovadores pueden ser muy variados, y generalmente son pequeños progresos o ideas que se van incorporando a los métodos existentes, tales como

- Mejores secuencias (ordenación en serie) de las tareas de campo
- Uso innovador de materiales/sistemas de construcción temporales
- Creación o adaptación de herramientas manuales
- Uso innovadores del equipo de construcción disponible
- Uso de la prefabricación y modularización
- Instalaciones temporales directamente a favor de los métodos de campo

La constructibilidad también es mejorada en el terreno mediante la optimización de los métodos de construcción existentes, otros aspectos o recomendaciones para promover la constructibilidad son los siguientes:¹²

- Desarrollar o adaptar herramientas y equipos cuando sea conveniente
- Asignar el recurso humano en forma efectiva, para aprovechar la estandarización y repetición
- Evaluar permanentemente nuevas alternativas de construcción
- Usar métodos y materiales más apropiados a las características y condiciones del proyecto u obra
- Utilizar la planificación detallada para evitar congestión y mantener rutas de acceso abiertas
- Estandarizar las operaciones de construcción y aprovechar la repetitividad
- Incorporar problemas potenciales en la planificación y secuencia, planificando en función de los riesgos identificados
- Estudiar en forma anticipada, los métodos a utilizar en operaciones complicadas o difíciles
- Utilizar métodos de trabajo que permitan continuar cuando otras actividades se interrumpen o atrasan
- Controlar y apoyar con más énfasis aquellos trabajos altamente sensibles a problemas de calidad

Como se puede apreciar la constructibilidad durante las operaciones de campo tiene numerosos campos de aplicación, pero todos apuntan hacia un mismo objetivo que el de la utilización de un método innovador. Esta investigación se centro básicamente en el análisis de una operación u operaciones usando para ello la denominado técnica del estudio del trabajo. Aunque existen otras herramientas para aumentar la constructibilidad durante la construcción como por ejemplo: Informes de control, Informes sobre métodos y procedimiento (cuestionarios, encuestas sobre detenciones y demoras), etc.

¹² SERPELL, Alfredo. Administración de Operaciones de Construcción, Pág. 76

4.5.1 Método de Investigación

El método de investigación empleado es un proceso que empieza con la identificación de un proyecto, seguido de la identificación del problema o problemas a estudiar, la búsqueda de literatura, la recolección de datos en campo y el análisis.

Secuencia de las actividades de investigación

La secuencia global de las actividades de investigación es ilustrada en Fig. 4.6. Un listado inicial de los problemas potenciales relacionados con Constructibilidad de operaciones de campo es propuesto y discutido en esta investigación. Unos formatos fueron desarrollados para propósitos de recolección de datos y varios proyectos de construcción en curso fueron elegidos para el estudio. Las actividades de recolección de datos en el sitio de trabajo es el principal medio de la recolección de información. La literatura disponible era revisada constantemente, principalmente las publicaciones hechas por: CII-EEUU, Organización Internacional del Trabajo (OIT), Serpell. Con una cantidad considerable de información en mano, se procedió a realizar el análisis de constructibilidad hasta que los resultados de la investigación ofrecieran una perspectiva completa de las oportunidades para la mejora de constructibilidad durante las operaciones de campo.

Recolección de datos

El volumen de los datos analizados fue recolectado a través observaciones en el sitio de trabajo. La tabla 4.1 describe brevemente los proyectos visitados con un número limitado de las características del proyecto. El primero un proyecto describe la construcción de obras de arte en una rehabilitación de una carretera, el segundo durante la planificación de la construcción de un edificio

La tabla 4.1 Proyectos estudiados

Obra	Localización
Obras de arte en un tramo de la Rehabilitación de la Carretera Chamaya – Jaén	Jaén – Cajamarca
Construcción de un edificio multifamiliar	Cajamarca

Análisis de datos: Análisis de constructibilidad

Como lo indicado a largo de todo este capítulo el alcance inicial de constructibilidad es bastante amplio, cubriendo una variedad de asuntos tales como la gerencia de recursos, planificación, organizaciones, comunicaciones, instalaciones temporales, reelaboración, operaciones de campo, retrasos de campo, etc. Como la recolección de datos en el sitio de trabajo progresó, con más información disponible, se pudo definir las ideas centrales más importantes o conceptos que conduzcan a aumentar la constructibilidad durante las operaciones de campo. Algunos problemas fueron anulados, otros eran restados de importancia y otros fueron enfatizados. El análisis de constructibilidad se detalla claramente en el capítulo 6, estudio de casos 2 y 3.



Fig. 4.6 Método de Investigación
(* Adaptado del CII, SD-34, 1988)

* CII-EEUU, SD34 Constructability Improvement During Field Operations, Pag. 7

Las tablas que se muestran a continuación fueron el resultado de una investigación realizada por el CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE EEUU (CII-EEUU), sobre 14 proyectos ubicados la mayoría de ellos en Texas – EEUU. La Tabla 4.2 muestra un listado inicial de los problemas investigados. Las Tablas 4.3, 4.3, 4.5 muestra el resultado sucesivo de los refinamientos del estudio.

TABLA 4.2

PROBLEMAS DEL ENSAYO DE CONSTRUCTABILITY DURANTE LAS OPERACIONES DE CAMPO

1. Selección de las técnicas de construcción:
Las decisiones y los factores determinantes; la mejora e innovación de las técnicas
2. La planificación de la construcción:
Programar a corto plazo y secuencia de las actividades; minimiza la congestión; secuencia eficaz de múltiples actividades; los métodos detallados de ordenación en serie; efectos de la curva de aprendizaje a través de la repetición.
3. Uso de materiales innovadores:
El uso repetido de materiales; la selección entre las alternativas; nuevos materiales
4. Uso innovador/desarrollo de herramientas y equipo:
Nuevos usos y desarrollos para herramientas y equipo existentes
5. Diseño de instalaciones temporales:
La capacidad de almacenamiento; la ubicación; la organización; áreas de mantenimiento; la distancia al área de instalación.
6. Organizaciones:
Necesidad de los propietarios de la autoridad adecuada para la aprobación del cambio en el campo; subcontratista versus el trabajo general del contratista; mezcla y tamaño del equipo; asignación eficiente de la responsabilidad y autoridad.
7. Modelado de las actividades de construcción:
Las actividades congestionadas; las actividades repetitivas; programa crítico de actividades. Tipos del modelado: simulación de computadora; modelado físico; muestras del trabajo.
8. Prácticas de campo que faciliten la construcción bajo condiciones de clima extremo:
carpas, pavimento temprano
9. Comunicación de información e identificación en el campo:
Canales de comunicación; el manejo de información pertinente y oportuna; identificación clara y necesaria de materiales y ocupaciones
10. Localizar las prácticas del subcontratista que impiden la constructibilidad:
Tecnología baja
11. Tácticas de recuperación de constructibilidad en el campo:
Innovaciones para compensar la pobre constructibilidad debido a la Ingeniería / adquisición de materiales
12. Minimización de reelaboración:
Causas
13. Minimización de las demoras:
Causas

Tabla 4.3

PROBLEMAS DEL ENSAYO DE CONSTRUCTIBILIDAD (Refinamiento 1)

1. Proveer personal de constructibilidad durante las operaciones de campo:
Personal vs. Grupos de apoyo, la composición del personal, ¿Cómo involucrar a subcontratistas y obreros?
Métodos para las ideas colectivas, métodos de innovación, mecanismos de solución de problemas.
2. Los desafíos de constructibilidad del proyecto:
Qué condiciones existen en los proyectos que requieren constructibilidad.
3. Las estrategias y tácticas de Constructibilidad durante la estimación del proceso
4. La selección de técnicas de construcción:
¿Cuáles son las técnicas discrecionales del constructor que particularmente aumentan la constructibilidad (es decir, selección del sistema de forma de trabajo)?
¿Cómo son hechas estas decisiones? ¿Cuáles son las influencias primarias y particularmente las técnicas innovadoras?
5. Programación detallada de la construcción:
Los métodos eficaces de la secuencia detallada, problemas: la densidad de la mano de obra, la repetición, la planificación de recuperación, la utilización de equipo de construcción, las necesidades de acceso. Las áreas típicamente congestionadas, planificación de andamiaje, el uso de modelos físicos en la planificación de actividades, el uso de simulación de computadora en la planificación de actividad.
6. Innovaciones en materiales temporales, herramientas y equipo: ¿Que ha tenido Usted? ¿Dónde hay necesidad para la innovación?
7. Instalaciones temporales:
Las lecciones aprendidas de los errores anteriores en la planificación de instalaciones temporales, ¿Cómo se han desarrollado las instalaciones, innovaciones?
8. Problemas de la organización del campo:
El apoyo de la oficina central en el campo, la autoridad de la aprobación del cambio del propietario, la autoridad de la aprobación del cambio del diseñador, la gravedad de las demoras, métodos de comunicación del campo a la oficina principal, filosofía de subcontratación, ¿Cuál es la filosofía para usar las herramientas?, ¿Cuáles son las condiciones que impulsan esta decisión?, ¿Qué condiciones generales son proporcionadas por los subalternos?, ¿Cuáles son los problemas típicos de la interfase de coordinación? ¿Cómo y dónde se hace la clasificación del tamaño del equipo? ¿Equipos multiusos? Incentivos / sanciones organizativos para la constructibilidad.

Tabla 4.4

PROBLEMAS DEL ENSAYO DE CONSTRUCTIBILIDAD (Refinamiento 2)

1. Selección de las técnicas de construcción
¿Cuáles son las técnicas discrecionales del constructor que aumentan particularmente la constructibilidad? (Por ejemplo la selección del sistema de forma de trabajo). ¿Cómo son hechas estas decisiones? ¿Cuáles son las influencias principales? ¿Hay técnicas particularmente innovadoras?
2. Planificación detallada de la construcción
Los métodos eficaces de la secuencia detallada (los problemas: densidad de recursos humanos, repetición)
Planificación de recuperación
Uso de maquetas para la planificación de actividades
Eliminación de doble manipulación de materiales
3. Utilización de equipo de construcción:
Sistemas de distribución materiales / personas (la planificación de equipos)
Planificación centralizada de equipos
4. Innovaciones en materiales temporales, herramientas, y equipo:
¿Qué ha tenido usted?
¿Dónde hay necesidad para la innovación?
5. Instalaciones temporales
Las lecciones aprendidas de los errores anteriores en la planificación de instalaciones temporales.
¿Cómo se han desarrollado las instalaciones, innovaciones?

Tabla 4.5

PROBLEMAS DEL ENSAYO DE CONSTRUCTIBILIDAD (Refinamiento 3)

1. Métodos innovadores de construcción
2. Instalaciones temporales innovadoras

4.5.2 Constructibilidad durante las operaciones de campo¹³

El término "Métodos de construcción" es indudablemente amplio en su alcance y generalmente se refieren a la manera técnica en general en que varios recursos de la construcción son desplegados. Los métodos de construcción innovadores se refieren a métodos que generalmente no son considerados prácticas comunes por la industria y que son a menudo soluciones creativas sensibles para resolver los desafíos en el campo. Los métodos innovadores de construcción pueden involucrar:

1. Secuencia (ordenación en serie) innovadora definitiva de las tareas de campo
2. Usos innovadores de materiales y sistemas de construcción temporales
3. Usos innovadores de herramientas manuales
4. Usos innovadores de equipo de construcción
5. Uso de la Prefabricación, Preensamblaje y Modularización (PPM)
6. Instalaciones temporales innovadoras directamente a favor de métodos de campo.

¹³ CII-EEUU, SD34 Constructability Improvement During Field Operations, Pág. 13

1. Secuencia (ordenación en serie) innovadora definitiva de las tareas de campo

La secuencia de campo innovadora puede aumentar la constructibilidad en varias maneras:

- a. Una operación repetitiva con beneficios de la curva de aprendizaje puede ser promovido con un enfoque en serie deliberado para el ordenación en serie. Los beneficios son particularmente importantes para la destreza intensiva del trabajo, como la instalación de equipo mecánico, instalación de instrumentos, concreto arquitectónico, etc.
- b. Maquetas podrían ser útiles en poner a punto una secuencia. Ejemplo: Instalación de cañerías/equipo mecánico es repetitiva y congestionada en la construcción de un hotel.
- c. La secuencia definitiva eficaz puede servir para minimizar la congestión y guardar rutas de acceso abiertas sobre todo en proyectos con acceso restringido.
- d. Equipos y sistemas de construcción que son compartidos por algunos subcontratistas como andamio, grúas pequeñas son las consideraciones importantes de la secuencia (ordenación en serie). Por supuesto, con un programa sensible a la construcción, la planificación para el uso de la grúa grande debe ocurrir lo más pronto posible, quizás durante el diseño definitivo.
- e. Las escaleras y plataformas pueden ser levantadas a comienzos para reducir la necesidad de andamio, y los sistemas de alumbrado pueden ser instalados a comienzos para reducir requisitos temporales de alumbrado.
- f. La ordenación en serie inicial de las actividades de un pavimento puede minimizar los problemas de barro y facilitar el uso de andamio giratorio.
- g. La ordenación en serie tardía de las actividades de acabado en corredores y huecos de la escalera transitados en exceso puede minimizar daño relacionado y su reelaboración.

2. Usos innovadores de materiales y sistemas de construcción temporales

En la actualidad las innovaciones con materiales de construcción temporales también pueden aumentar la constructibilidad:

- a. Las innovaciones en el encofrado, moldajes de concreto y andamio han resultado en sistemas que son modulados (estructuras metálicas), fácilmente transportable y fácilmente elegible, así mismo proporcionan un mejor acabado.
- b. Concretos ligeros ofrecen una resistencia adecuada para diferentes aplicaciones y una reducción importante en el peso de la estructura. Concretos fluidos y superfluidos, su aplicación es provechosa en muros y elementos delgados en general. Concretos de alta resistencia para desencofrar en un el menor tiempo. Yeso proyectado para mejorar la productividad y reducir costos¹⁴. El drywall que es bastante difundido en nuestro medio también constituye otra alternativa.

¹⁴ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 148

- c. En la actualidad se puede disponer de una amplia gama de polímeros que son usados en edificaciones como materiales de sello, cubiertas y recubrimientos de pisos y paredes. Así mismo el uso de polímeros en la construcción de obras civiles ha crecido considerablemente (geotextiles y geomembranas). Algunos avances en sistemas de construcción temporales involucran nuevos procedimientos de construcción o procesos. Un ejemplo el vapor de alta velocidad en el curado y la temperatura de congelación del suelo, en que un refrigerante es usado para congelar el agua de poro in situ para estabilizar tierra.
- d. Otros avances en sistemas temporales de la construcción incluyen las mantas del fuego en lugar de las cajas estándares de la chispa para la contención de la chispa de la soldadura, eliminando la necesidad del andamio; y carpas usadas para proteger la colocación concreto submarino de corrientes rápidas.

3. Usos innovadores de herramientas manuales

La constructibilidad es aumentada con el uso de herramientas livianas que reducen la laboriosidad, aumentan la movilidad, aumentan accesibilidad, aumentan seguridad o aumentan confiabilidad. Por supuesto, tales herramientas se extienden de simple a complejo. También podrían estar disponibles "fuera del estante", requerir un poco de modificación de una herramienta disponible, o ser creado completamente a nivel local. Algunos de estos ejemplos no son considerados nuevos, pero se quedan sin probar sorprendentemente en muchas organizaciones, la siguiente lista muestra algunos ejemplos:

- a. Poder de reducir la labor de las herramientas manuales como la pistola de clavado automática y la pistola de calafateo neumática.
- b. El martillo fijador directo, esta herramienta es aplicable en carpintería metálica y de madera, en instalaciones metálicas, instalaciones eléctricas y sanitarias.
- c. Sistemas de perforación y percusión, debido a que en toda obra siempre hay que demoler algo, mediante esta herramienta se puede obtener precisiones razonables comparándolos con el cincel y la comba
- d. Esmeriladoras, herramienta con la que se logra un gran rendimiento al cortar y desbastar, sierra eléctrica para cualquier trabajo de carpintería metálica¹⁵
- d. Se han desarrollado los portadores de la cañería para facilitar el transporte a corta distancia de bobinas (ver figura 4.7)

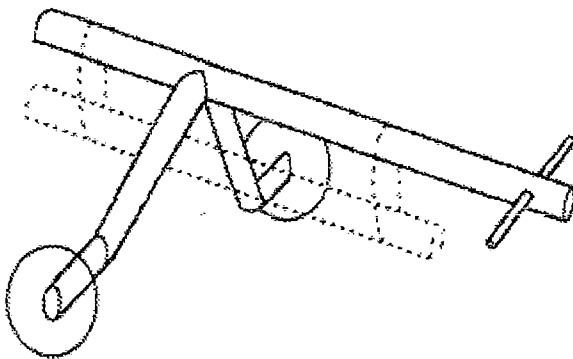


Fig. 4.7 Portador de cañería

(* Extraído CII-EEUU, SD34 Constructability Improvement During Field Operations, Pág. 19)

¹⁵ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 99

La carencia del entusiasmo en promover el desarrollo y la utilización de nuevas herramientas, así como una carencia de la comunicación en compartir los éxitos es el mayor obstáculo para la aparición de nuevos usos y nuevas herramientas manuales.

4. Usos innovadores de equipos de construcción

Las innovaciones recientes del equipo de construcción son muy extensas y variadas incluyen controles de microprocesador y los diagnósticos los componentes de la máquina, anexos versátiles motores más silenciosos y económicos, materiales ligeros. Tales desarrollos extenderán la vida de la nueva maquinaria, darán mejor economía en combustible y menos mantenimiento, y la productividad aumentará. En general el desarrollo de los equipos de construcción no son tan espectaculares como en otras áreas (telecomunicaciones, automotriz, textil, etc.) pero si son numerosos e importantes. Algunos desarrollos específicos son:

- a. Equipo de levantamiento topográfico equipado con rayo láser y equipos que trabajan con satélites (Estación Total y GPS), actualmente bastante difundido en nuestro medio pero en muchos casos es dejado de lado por muchas empresas nacionales.
- b. Horquillas, equipo con dos brazos que soportan y levantan las cargas a lo largo de su eje vertical; las horquillas son adaptables a una serie de aplicaciones en la construcción como el transporte de moldajes industrializados para la construcción de viviendas, el transporte de todo tipo de elementos prefabricados, como cerchas, paneles, puertas, ventanas, etc.
- c. Equipos de bombeo de concreto esta completamente a disposición de cualquier profesional relacionado con la construcción, pues casi todas las empresas de concreto premezclado ofrecen el servicio de bombeo. A pesar de ello muchos profesionales se resisten a usarlo.
- d. Equipos de excavación para la construcción de viviendas como por ejemplo pequeñas excavadoras en vez del personal obrero.
- e. Camiones mixer de pequeñas dimensiones (aproximadamente 2 m³), este equipo es especialmente beneficioso para la construcción extensiva de edificaciones por su movilidad dentro de la obra¹⁶.
- f. Maquinas estucadoras las que se utilizan en el proceso de "shotcrete" en los sistemas de Micro túneles y sistemas de taladrado horizontal
- g. Elevador de hombre móvil e hidráulico en lugar de andamio de sitio, máquinas hidráulicas para doblar tubos e inducción de máquinas que doblan tubos
- i. El control remoto, no destructivo que detecta y sistemas de inspección como el densímetro nuclear de tierra, radar de penetración de suelo.

La atención está siendo dirigida hacia el desarrollo de equipo de construcción automático. La constructibilidad plantea un desafío serio para la automatización de una construcción próspera, y mantendrá indudablemente a investigadores ocupados durante los años venideros.

¹⁶ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 121

5. Uso de la Prefabricación, Preensamblaje y Modularización (PPM)

El programa de PPM puede generar ahorros importantes tanto en los costos como en los tiempos de construcción, estos son ahorros mucho mayores a los obtenidos mediante la aplicación parcial de la prefabricación en nuestras obras. Para obtener el beneficio máximo se debe aplicar en las etapas iniciales del proyecto, pero eso no implica que no se pueda aplicar por los contratistas durante las operaciones de campo para obtener beneficios propios de sus acciones. Mientras la mayoría de prefabricación, preensamblaje y modularización requiere de un diseño y soporte exhaustivo, la aplicación de PPM es una alternativa que tiene el contratista y no requiere un soporte sino una adecuada estrategia para su aplicación eficaz y puede brindar la oportunidad cuantiosa para aumentar la constructibilidad durante las operaciones de campo¹⁷. Los Constructores pueden estar motivados hacia la prefabricación por algunas razones:

El trabajo elevado es típicamente más fácil de construir en la calidad y elimina la necesidad del andamio. Restricciones de sitio cuando la obra presenta características de inaccesibilidad lo que limita el acceso del personal y equipos. La productividad y seguridad pueden aumentar transfiriendo el trabajo de áreas congestionadas a áreas menos congestionadas, además es frecuente que los grandes proyectos estén considerablemente alejados de los centros urbanos escaseando considerablemente obreros calificados para algunas especialidades, y la calidad de trabajo está más fácilmente cumplida en las condiciones de compra. Por supuesto, comprar prefabricación es también beneficioso bajo las condiciones de clima adversas.

6. Instalaciones temporales innovadoras directamente a favor de métodos de campo

La constructibilidad puede ser bien servida con instalaciones temporales innovadoras que están directamente a favor de las operaciones de campo. Tres tipos de instalaciones temporales:

a. En las condiciones de clima adversas, el cercado del espacio de trabajo puede ser sumamente beneficioso y no necesariamente ser costoso. Los ejemplos de transporte, fácilmente los medios elegibles del cercado incluyen el anexo de carpa de tela para el marco estructural permanente, el uso de recipientes grandes de envío alrededor de las áreas del puerto, y el uso de carpas acanaladas con burbujas de aire inflado para cercados medianamente grandes necesitados durante los periodos de tiempo prolongados.

b. Las redes de suministros de servicio público centralizadas deben ser considerado cuando las demandas de tomacorriente son altas, o donde el acceso para sistemas convencionales es difícil. Las aplicaciones incluyen servicio de soldado, aire comprimido y electricidad. Sobre el sitio de un edificio, el soldado del gas fue contenido en un tanque grande adyacente al edificio, con salidas sobre cada piso. Eliminando colocar tanques más pequeños en cada piso.

c. Donde las condiciones tienden a ser fangosas, debe ser considerado un "Pavimento de sitio" para proveer una superficie de trabajo limpia y firme. El revestimiento es usado para tal propósito comúnmente en áreas costeras; caña en áreas de minería; y reciclado de pavimento de autopista disponible en algunas áreas urbanas. En un mínimo, estos materiales deben ser considerados para caminos de construcción temporales.

¹⁷ GHIO, Virgilio. Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción, Pág. 240

La lista desarrollada anteriormente no es definitiva, sino constituye solo una referencia de los conceptos que puede involucrar a un método innovador, se deja a criterio del lector ampliar esta lista en una futura investigación.

La información de la lista anterior, esta orientada al mejoramiento de los métodos de trabajo actualmente en uso y/o al desarrollo de nuevas técnicas de construcción. Este proceso de mejoramiento de métodos y el desarrollo de nuevas técnicas, están comprendidos dentro del concepto de estudio del trabajo que se constituye en una poderosa herramienta para aumentar la constructibilidad de las operaciones de campo, esta herramienta es detallada claramente en capítulo 6 correspondiente al estudio de casos.

La construcción "Innovadora" y sus indicadores

Para los propósitos de esta investigación los métodos de construcción "Innovadora" consultan a los métodos que no son considerados generalmente en la práctica común a través de la industria y que generalmente son soluciones creativas respecto de los desafíos de campo. Los recientes adelantos de alta tecnología pueden ser fácilmente pensados como "Innovadores", como nuevo puede modificar las aplicaciones de los métodos de construcción demostrados, materiales, o dispositivos. Las adaptaciones recientes de los progresos no construcción para los propósitos de construcción, como se discute a continuación, también puede pensarse como innovador. Sin embargo, hay un poco de desacuerdo respecto a qué es considerado innovador. Por consiguiente, los lectores deben reconocer la respectiva naturaleza subjetiva del período "Innovativo"

¿Qué incita la innovación en la construcción? Algunas teorías han sido discutidas en la literatura. Muchos creen que esa innovación sólo da como resultado cuando las personas correctas responden a las demandas de su trabajo. "La innovación es un subproducto de las personas que están actuando en base a sus fuentes de fortaleza únicas y quien está refinando sus regalos caídos del cielo" (Cox, 1985). Tales personas cuidan ser llevado por los objetivos los altos del proyecto, y generalmente tienen una perspectiva equilibrada sobre el cambio. Ellos son desafiados por los defectos de la tecnología actual y tratan de mantener un conocimiento de nuevas tecnologías disponibles. Ellos pueden emplear un enfoque agresivo, "Atacante" (Foster, 1986), o sacar el papel "Ganador" para garantizar la implementación y el éxito de sus ideas (Tatum, 1986). Dada la naturaleza relativamente autónoma de los trabajos relacionados con construcción, la teoría de "Personas correctas" podría ser particularmente significativa para explicar cómo suceden los métodos de construcción innovadores.

Más allá de contar con la misma motivación personal, la mayoría de las compañías, por supuesto, cultivan la innovación con sistemas de recompensa tradicionales como el ascenso en el trabajo, incentivos financieros, y por lo menos la seguridad en el empleo. Los otros van más allá de éstos incluyendo dentro su plan semipermanente de la empresa mecanismos organizativos que promueven la comunicación y análisis del equipo. Éstos incluyen grupos de calidad (Fitzgerald, 1982), concejos de mejora de rendimiento, ingeniería de valor, y programas de constructibilidad (O'Connor, 1986). Tales mecanismos promueven un enfoque previsor hacia la innovación y como un resultado, las organizaciones forman equipos para desafiar la competición¹⁸.

¹⁸ CII-EEUU, SD34 Constructability Improvement During Field Operations, Pág. 24

Capítulo 5 Beneficios y Costos de Constructibilidad

Los beneficios y costos de constructibilidad son muy variados dependiendo del tipo de cada proyecto, algunos son fácilmente apreciables. Los beneficios pueden estar expresados en términos del porcentaje de reducción de costos, porcentajes horas-hombre ahorradas, reducción de la duración del plazo, ahorros de dinero, porcentaje de reducción de trabajo rehecho y eliminación de demoras causadas por problemas de adquisición de materiales.

Los costos del programa de constructibilidad dependen del tipo del grado de la formalidad del programa que se desea implementar.

5.1 Beneficios

Dentro de los beneficios tenemos a los cuantificables o tangibles y cualitativos o intangibles.

5.1.1 Cuantitativos

Es difícil obtener una estimación exacta de los beneficios de implementación de un programa la constructibilidad dado que muchos de ellos son cualitativos. De hecho la suma del costo, tiempo y calidad relativos a estos aspectos no consiguen cuantificar el impacto total de la constructibilidad, debido a muchos beneficios de no pueden ser monitoreados durante la duración del proyecto.

Otro aspecto importante para poder cuantificar los beneficios es la negativa del propietario del proyecto a gastar dinero para poder tener un sistema de monitoreo adecuado. Incluso si el gerente del proyecto se da cuenta de la necesidad de implementar este sistema, este gerente no puede convencer a la gerencia para tal aumento de financiación

Las ideas producidas durante la planificación conceptual y fases de ingeniería preliminar son especialmente difíciles de documentar, sin embargo, suelen ser la que mayores beneficios aportan al proyecto.

El CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE EEUU realizó un estudio concluido en 1992, sobre una base de 4 proyectos en Estados Unidos, encontrado los siguientes rangos de ahorros en proyectos que han seguido programas constructibilidad:

Proyecto I: Constructibilidad aplicada a un edificio de oficinas

En este proyecto consistía en construir un torre de 64 niveles, renovación de un edificio de un banco y construir un estacionamiento para 900 automóviles, el monto sobrepasaba los 100 millones de dólares. En este proyecto no se pudieron cuantificar los beneficios propiamente obtenidos de la constructibilidad, pero si hubo numerosos beneficios cualitativos que serán mostrados mas adelante.

Proyecto II: constructibilidad durante la renovación de instalación manufacturera

El monto de este proyecto fue superior a los 100 millones de dólares. La cantidad total cuantificada en sus registros era superior al millón de dólares lo que representaba un 1.1% del costo total del proyecto (3.6% eran costos de mano de obra).

La tabla 5.1 muestra una distribución de los beneficios que fueron obtenidos de las ideas documentadas de constructibilidad, esta tabla muestra el beneficio más influyente para cada idea. Se puede observar los tres tipos de beneficios más comunes de este proyecto:

- Costo directo reducido
- Plazo reducido
- Facilidad de accesibilidad en la obra

Tabla 5.1 Beneficios de constructibilidad

Número de Ocurrencias	Principales beneficios de constructibilidad
50	Ahorros de costos de construcción (Trabajo, materiales y equipos)
14	Reducción del plazo del proyecto
9	Mejora de la accesibilidad del sitio de trabajo
7	Interrupción reducida a la producción actual
4	Mejora de la seguridad
3	Disminución de esfuerzos de ingeniería
3	Disminución potencial de trabajo rehecho
1	Mejora de la comunicación
1	Aumento de flexibilidad sobre la construcción
1	Costos de mantenimiento reducidos
1	Mayor protección del equipo

(* Fuente: CII, 1993)

En este proyecto, el coordinador de constructibilidad manifestó: Si todas las ideas hubieran sido documentadas y cuantificadas los ahorros deben haber sumado aproximadamente 3 millones de dólares.

Proyecto III: constructibilidad durante la expansión de la instalación petroquímica

El monto de este proyecto fue superior a los 100 millones de dólares. Los beneficios del programa de constructibilidad son descritos a continuación:

El propietario y el contratista concluyeron que el esfuerzo de constructibilidad ahorro aproximadamente 1.1% del costo total del proyecto. La relación beneficio/costo para este proyecto resulto de 10:1 sobre la inversión del cliente en el programa, el programa de constructibilidad ahorro \$0.91 por cada hora gastada en el campo.

Los beneficios adicionales atribuidos al esfuerzo de constructibilidad incluyen una reducción 10 % en la duración de proyecto.

Proyecto IV: constructibilidad aplicada en una instalación de gas industrial

Este proyecto era el mas pequeño de todos, cuyo monto era cercano a 5 millones de dólares. Los beneficios del programa de constructibilidad son descritos a continuación:

* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 173

Los ahorros documentados de constructibilidad fueron calculados en 10.7% del costo total de la construcción del proyecto. Sobre la base de las ideas documentadas y cuantificadas en el registro de constructibilidad del proyecto, aproximadamente 67 % de los ahorros de constructibilidad fueron obtenidos debido al 50% del diseño detallado.

El ratio beneficio/costo representa un retorno de 10:1 sobre la inversión en el programa del propietario, el programa de constructibilidad ahorró casi \$6.00 por cada hora gastada durante las operaciones de campo.

En este proyecto se puede apreciar el mayor ahorro respecto a los otros proyectos, esto se debe principalmente a la madurez del programa y al tamaño del proyecto (mayor control y menor escala).

La tabla 5.2 muestra un cuadro comparativo sobre las estimaciones cuantitativas del costo y la reducción del plazo de los proyectos mencionados anteriormente.

Tabla 5.2. Comparación de los beneficios de la constructibilidad

Objetivos del proyecto	Enfoque de constructibilidad			
	Servicios de constructibilidad	Programa formal a nivel de proyecto	Seguimiento exhaustivo	
	Caso I	Caso II	Caso III	Caso IV
Reducción del costo total del proyecto (%)	No registrado	1.1	1.1	10.7
Reducción del plazo total del proyecto (%)	No registrado	No registrado	10	5

(* Fuente: CII, 1993)

Muchos beneficios de constructibilidad no fueron seguidos en los proyectos, los ahorros fueron más allá de esos rangos documentados. Por lo tanto, los números documentados pueden subestimar los beneficios verdaderos de constructibilidad

Sin embargo las ventajas de la constructibilidad son evidentes por si mismas y que sus conceptos se identifican con un buen equipo multidisciplinario. La constructibilidad, como se discutió anteriormente, trata la gestión del despliegue de los recursos para lograr unos efectos óptimos.

La habilidad de influir en los costos es más alta durante las fases iniciales del proyecto, esto se ve reflejado en la figura 5.1

* CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 238

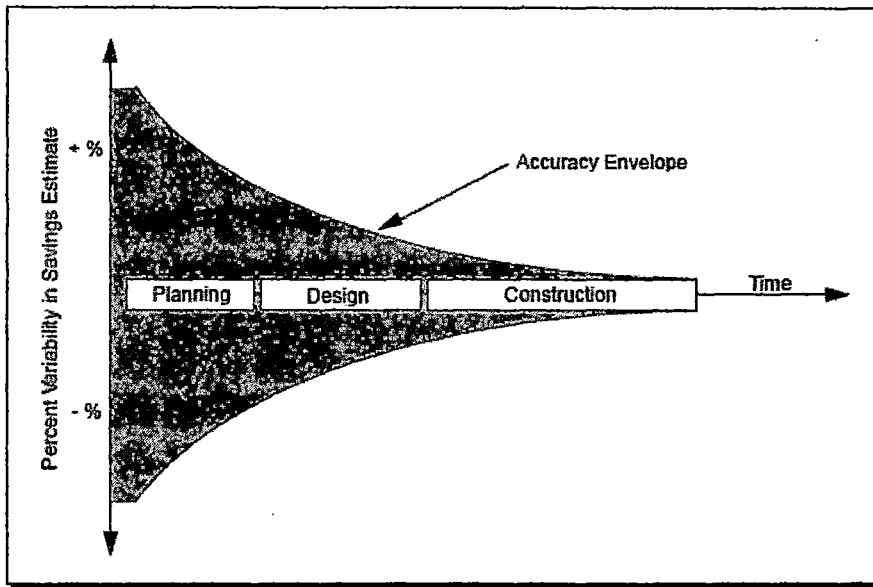


Figura 5.1 Variación de la estimación de ahorros de constructibilidad
(**Adaptado del CII, SP34-1, 1993)

5.1.2 Cualitativos

Los beneficios intangibles de constructibilidad son tan importantes como los beneficios cuantitativos, y por consiguiente deben ser reconocidos adecuadamente. Éstos incluyen presupuestos y programas más exactos, mejora de la disposición de sitio, mejora de las relaciones del equipo de proyecto y otros más.

Los beneficios cualitativos adicionales reconocidos sobre los proyectos incluyen las mejoras producidas por la constructibilidad como seguridad, plazos, estética y la calidad

Los beneficios cualitativos se pueden resumir en la siguiente lista:

- La participación del personal de la construcción en el diseño de los proyectos era significativa contribuyendo a mejorar la calidad del diseño.
- Mejora del rendimiento debido a los esfuerzos de constructibilidad:
 - ❖ Evaluación cualitativa de la eficacia de disposición de sitio
 - ❖ Evaluación cualitativa de la planificación de adquisición de materiales
 - ❖ Evaluación cualitativa de la mejora de relación entre diseñadores y constructores.
 - ❖ Reducción de los errores de trabajo rehecho
 - ❖ Reducción del cambio ordenes
 - ❖ Reducción de reclamos
 - ❖ Calidad más alta del producto terminado
- Las relaciones iterativas entre la construcción y el diseño, en varias fases del proyecto, conlleva a beneficios tangibles en cuanto al ahorro en el costo, tiempo y facilidad de construcción.

** CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 238

- Presupuestos y plazos realistas
- Evitar las dificultades de la obra mediante la subcontratación a empresas especializadas.
- Manejo adecuado del material o equipo
- Especificaciones claras
- Evitar las demoras
- Facilidad de acceso a sitios congestionados de la obra
- Evitar problemas con las interferencias físicas
- Evitar problemas relacionados con el clima
- Satisfacción de las expectativas del cliente
- La racionalización del diseño, la modularización y repetición de diseños detallados es esencial para alcanzar la constructibilidad
- La consecución de la constructibilidad viene condicionada por factores técnicos tales como sistemas y/o técnicas de edificación, programas de rendimiento temporal, etc. en el proceso de edificación.
- Identificación y superación de las barreras de Constructibilidad
- Hay muchos otros factores, sobre todo no técnicos, asociados a la gestión del proyecto de edificación (comunicación, calidad de gestión) que deben ser considerados para alcanzarlo.

En el estudio realizado por El CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE EEUU sobre los cuatro proyectos mencionados anteriormente, se encontraron numerosos beneficios cualitativos, estos eran similares entre sí, destacando beneficios tales como: calidad, estética, seguridad, capacidad de producción inicial, etc.

5.2 Costo del programa

Los costos del programa de constructibilidad son muy variados, este programa se puede implementar en proyectos grandes, medianos y pequeños. Sin la designación clara de un programa formal de constructibilidad incluyendo un coordinador de constructibilidad, pautas de procedimiento y un sistema de seguimiento de costos, no es posible identificar con exactitud el costo de la implementación de constructibilidad sobre una base cuantitativa

Referente a los proyectos anteriores, relacionado con los costos del programa se tiene la siguiente información:

Proyecto I: Constructibilidad aplicada a un edificio de oficinas

No se cuantifico el costo del programa de constructibilidad.

Proyecto II: constructibilidad durante la renovación de una instalación manufacturera

Los costos relacionados con la implementación de constructibilidad en este proyecto eran insignificantes comparado con los ahorros posteriores.

Aproximadamente \$40,000 fueron gastados para traer personal clave de construcción en las etapas iniciales contrario a lo realizado tradicionalmente. Unos \$60,000 adicionales fueron gastados para construir una única oficina de campo en lugar de una serie de remolques contiguos. Los gastos adicionales asociados con obtener un equipo experimentado y hablar de los problemas de constructibilidad relacionados con el diseño. Al final se puede estimar un gasto de 0.09% del costo total del proyecto

Proyecto III: constructibilidad durante la expansión de la instalación petroquímica

El esfuerzo gastado por el propietario, su consultor de constructibilidad y las dos organizaciones de ingeniería han sido estimadas en 1000, 400, 4500 y 9000 horas de esfuerzo, respectivamente.

La participación de la construcción en las etapas iniciales aproximadamente 9,000 horas de esfuerzo. Por lo tanto, las horas totales de esfuerzos gastados eran 14,900. Cuando se representó como porcentajes de horas de esfuerzo de campo totales el esfuerzo de constructibilidad era 0.4%. Después de cambiar las horas de esfuerzo para el costo, el programa representaba 0.11% del costo total del proyecto.

Los costos del programa de constructibilidad se presentan en la tabla 5.3

Tabla 5.3 Horas de esfuerzo de constructibilidad

Fuente del aporte (por organización)	Horas de esfuerzo
Propietario	1,000
Consultor de constructibilidad	400
Ingenieros de diseño	4,500
Constructor	9,000
TOTAL	14,900

(*** Fuente: CII, 1993)

*** CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 195

Proyecto IV: constructibilidad aplicada en una instalación de gas industrial

Los costos de este proyecto se detallan a continuación: El esfuerzo de constructibilidad gastado por el diseño del propietario, la adquisición, el departamento de construcción y los contratistas más importantes sobre el proyecto fueron seguidos sobre el proyecto. El personal del propietario colectivamente gastó 350 horas de esfuerzo, los tres contratistas más importantes pasaron aproximadamente 50 horas esfuerzo en la constructibilidad.

El costo del programa fue calculado en 1.10% del costo del proyecto. Este cálculo aproximado incluye el tiempo gastado y los costos de viaje del equipo de constructibilidad, el esfuerzo del coordinador de constructibilidad y los gastos generales del programa de constructibilidad cargados al proyecto.

La tabla 5.4 muestra un resumen de los costos de los proyectos mencionados anteriormente y los ratios de beneficio/costo, además se muestra las horas de esfuerzo de constructibilidad como un porcentaje de las horas totales de campo y el costo del programa como un porcentaje del costo de proyecto total.

Tabla 5.4 Costos del programa de constructibilidad

Costo	Enfoque de constructibilidad			
	Servicios de constructibilidad	Programa formal a nivel de proyecto	Seguimiento exhaustivo	
	Caso I	Caso II	Caso III	Caso IV
Horas adicionales de esfuerzo (% del total de horas de campo de construcción)	No registrado	No registrado	0.40	1.14
Costo total estimado del programa (% del costo total del proyecto)	No registrado	0.09	0.11	1.10
Ratio cuantificado Beneficio/Costo	No registrado	10 : 1	10 : 1	10 : 1

(**** Fuente: CII, 1993)

**** CII-EEUU, SP34-1 Constructability Implementation Guide, Pág. 244

Capítulo 6 Estudio de Casos

En este capítulo se realiza la parte práctica de los capítulos anteriores, debido a la cantidad de áreas de aplicación de la constructibilidad, es que se ha optado por realizar la parte práctica mediante el estudio de casos para mostrar las herramientas que brinda la constructibilidad. El primer estudio de caso presenta un ensayo sobre la implementación de un programa corporativo de constructibilidad en una pequeña empresa dedicada a la construcción. En el segundo y tercer caso se aplica la constructibilidad a las operaciones de campo. Este estudio de casos sólo abarca una parte de todas las posibles áreas de aplicación de constructibilidad.

6.1 Estudio de caso 1

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONSTRUCTIBILIDAD

Objetivo: *El objetivo del presente estudio de caso es presentar un ensayo de implementación de un programa corporativo de constructibilidad para una pequeña empresa de construcción. Esta implementación se basó principalmente en la metodología descrita en el capítulo 2, la cual recopila las investigaciones del CII de los Estados Unidos y los aportes de autores como Ghio y Serpell.*

Este estudio detalla la implementación del programa paso a paso, así como los numerosos problemas encontrados en el camino, también se incluye una descripción cualitativa de los posibles beneficios relacionados con el esfuerzo de constructibilidad.

6.1.1 Programa de implementación de constructibilidad a nivel de empresa: LLANOS INGENIEROS SAC Descripción de la empresa

LLANOS Ingenieros SAC es una empresa, que nace en el año 1999 producto de la unión de 2 profesionales cajamarquinos en Ingeniería Civil con amplia trayectoria en el sector de la construcción y la ingeniería, que desearon contribuir con el desarrollo local y nacional constituyen dicha entidad.

La empresa se inicia con 3 socios fundadores, pero posteriormente con la finalidad de fortalecer la empresa, se une en el mes de mayo del 2004, un cuarto socio. La empresa constructora se dedica a la ejecución de Obras Civiles en General, habiendo ejecutado obras y contratos tanto con el Estado como con el Sector Privado del país. La mayor cantidad de obras que se han ejecutado son las viales (camino rurales) pero se ha construido también colegios, obras de saneamiento, electrificaciones, así como obras por Subcontrata

PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE CONSTRUCTIBILIDAD

Debido a la coyuntura actual que vive el país, a la creciente presencia de empresas nacionales y extranjeras en nuestro medio, la empresa actualmente se encuentra en un proceso de incorporar mecanismos de mejoramientos en la construcción con la finalidad de enfrentar esta crisis de una manera profesional para coexistir con ella y lograr los más altos niveles productivos en el ámbito nacional. La empresa reconoció a la "Constructibilidad" como una poderosa herramienta para incorporar el mejoramiento en la industria de la construcción, basados principalmente en las experiencias ocurridas en otros países, por este motivo decidió implementar un programa al más alto nivel posible.

El reconocimiento de la constructibilidad se hizo después de una larga búsqueda (bibliotecas, internet, consulta a profesores, adquisición de libros, etc.); realizada por un socio de la empresa que a la vez constituye la investigación de su tesis. La implementación según la metodología descrita en el capítulo 2, involucra dos acontecimientos importantes:

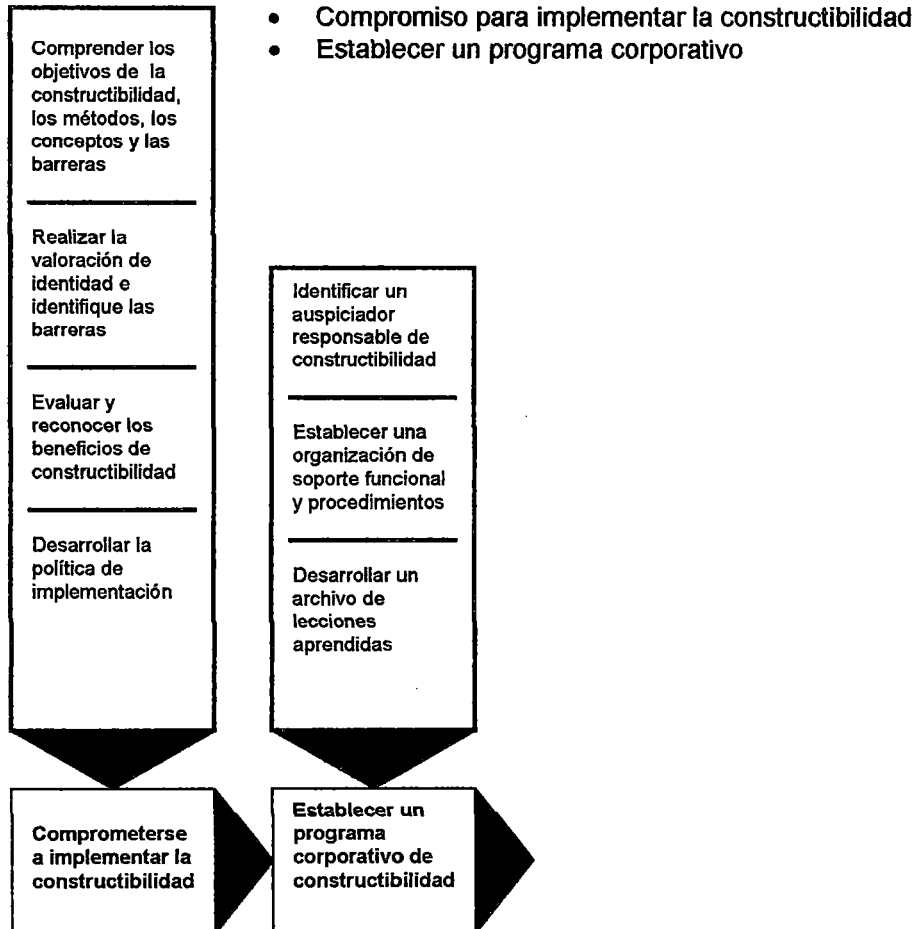


Fig. 6.1 Pasos para establecer el programa Corporativo

COMPROMISO DE LA EMPRESA HACIA LA CONSTRUCTIBILIDAD

La empresa se comprometió decididamente a implementar la constructibilidad dentro de su organización de un modo sostenido en el tiempo, para ello desarrollo los siguientes pasos:

PASO 1: DIFUNDIR LA CONSTRUCTIBILIDAD COMO UNA HERRAMIENTA DE MEJORAMIENTO

Los conceptos, métodos, barreras y objetivos de constructibilidad eran totalmente desconocidos en todos los niveles de la empresa. Para superar este paso se adquirió algunas publicaciones, documentos y libros para tener una noción concreta de esta herramienta¹.

¹ Las principales publicaciones que se adquirieron:

CII, SD-34, Constructability Improvement During Field Operations, 1988

CII, SP34-1, Constructability Implementation Guide, 1993

CII, RS34-2, Preview of Constructability Implementation, 1993

CII, SD-85, Constructability: program assessment and barriers to implementation, 1993

Una vez adquiridos las publicaciones, documentos y libros se procedió a una profunda interpretación de la herramienta denominada constructibilidad.

Los esfuerzos iniciales se centraron en difundir el conocimiento de constructibilidad en la plana gerencial de la empresa asegurando el compromiso corporativo, esto se realizó mediante seminarios dirigidos a los socios, estos seminarios fueron preparados por el autor de esta tesis, a la vez socio de esta empresa. Después de los seminarios se procedió a reuniones dos veces por semana para comprender a la constructibilidad como una herramienta de mejora continua.

Las reuniones se hicieron fácilmente entendibles pues tres de sus socios eran de la especialidad de Ingeniería Civil comprometiéndose decididamente a implementar este programa.

La difusión de constructibilidad en toda la empresa no se hizo difícil pues esta no tiene mucho personal, se realizó a través de seminarios principalmente.

La plana gerencia de la empresa luego de esta comprensión de constructibilidad concluyo:

- Implementar el programa de constructibilidad a nivel corporativo en un plazo máximo de 6 meses.
- Discutir continuamente los principales métodos que promuevan la constructibilidad
- Difusión de los conceptos, barreras y uso de matrices de aplicación de constructibilidad en todos los niveles de la empresa, principalmente en la gerencia.
- Informar permanentemente acerca de los avances del programa, así como otros temas relacionados con la constructibilidad

PASO 2: AUTO EVALUACIÓN DE LA EMPRESA

Para obtener el diagnóstico e identificación de las barreras de la empresa se realizó una valoración interna para determinar el nivel de las prácticas actuales de constructibilidad para identificar áreas específicas para la mejora.

La empresa no tenía ningún programa de mejoramiento para la construcción, sin embargo, para tener un diagnóstico considero como punto de partida utilizar la herramienta 2: Matriz de evaluación del programa corporativo de constructibilidad propuesta en el capítulo 3, dicha matriz fue distribuida en todas las áreas y niveles de la empresa considerando principalmente al personal experimentado mediante una encuesta en donde se explicó detalladamente como llenarla. Los formatos distribuidos al personal de la empresa se muestran en el **anexo N° 2**.

La encuesta se hizo sobre una base de 10 personas de la empresa, se considero realizar una encuesta anónima para no presionar al personal.

Los resultados de la aplicación de la matriz de evaluación del programa corporativo se muestran en la figura 6.2, la tabla 6.1 muestra la especialidad de cada encuestado. La parte sombreada indica el número de ocurrencia de cada parámetro obtenido en la encuesta.

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
-------------------------	--	---------------------------	-------------------------	-------------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	10				
B. Declaración de política corporativa	2	7	1		
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	5	4			
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	1	2	7		
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	10				

i.e.. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	10				
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	10				

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	10				
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	2	7	1		
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	7	3			
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	10				
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	10				

Fig. 6.2 Resultado del diagnostico interno de la empresa

* Los números indican la ocurrencia de cada parámetro según la encuesta
 * Encuesta sobre un base de 10 personas

Tabla 6.1 Personal encuestado

Profesión	No
Ing. Civil	2
Bachiller en Ing. Civil	4
Administrador de Obra	1
Contador	1
Topógrafo	1
Maestro de Obra	1
TOTAL ENCUESTADOS	10

Luego de analizar esta información respecto a la constructibilidad se concluye:

Situación actual de la empresa:

Respecto a la cultura corporativa

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes Seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar; profundamente involucrado en la cultura de la empresa

- No existe designación del programa de constructibilidad
- No existe una política corporativa de constructibilidad, puede haber alguna política pero sólo a nivel de algún proyecto
- El apoyo de la gerencia respecto a la constructibilidad es limitado, la gerencia entiende a la constructibilidad solo como una facilidad en los aspectos constructivos y no como una metodología, este apoyo es principalmente hacia la mejora de las operaciones de campo, mediante mejores instrumentos de trabajo así la mejora de la comunicación el campo. La gerencia entiende a la constructibilidad sólo útil en el campo.
- La empresa es consciente de la existencia de muchas barreras y problemas, pero los deja para que sean solucionados en el campo por el profesional de turno ocasionando perdidas en la construcción de la obra.
- No existe capacitación del personal

Respecto al personal de constructibilidad

	1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes Seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
II. PERSONAL					
A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

- No existe el ejecutivo responsable del programa
- No existe personal de soporte de asignaciones de constructibilidad

Respecto a la documentación y seguimiento del programa

	1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes Seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
III. DOCUMENTACIÓN /SEGUIMIENTO					
A. Documentación del Programa de Constructibilidad	Ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Confían en que las ideas son expresadas adecuadamente via oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Ítems estándares en todos los contratos	Ítems estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o ítems seleccionados, puede seguir las ideas mas importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

- No existe documentación de ningún programa en la empresa
- Las lecciones aprendidas en su mayoría de aspectos constructivos poco relacionadas con la constructibilidad eran difundidas en forma oral entre el personal de acuerdo a su experiencia
- No hubo difusión de nuevas tecnologías de construcción, en algunas ocasiones se hizo pero solo por especificaciones exigidas para determinada obra
- No existe ninguna referencia de constructibilidad respecto a documentos de contrato en la empresa
- No existe esfuerzos para documentar ahorros de ningún programa de la empresa

Identificación de barreras de Constructibilidad en la empresa

Recordando la definición de barrera mencionada en el capítulo 2, "Barrera" de constructibilidad es cualquier inhibidor importante que impide la implementación eficaz del programa de constructibilidad.

Para la identificación de barreras se utilizó las herramientas propuestas en el capítulo 3, es decir, las herramientas 4 a la 8, las cuales son usadas para realizar la identificación de las barreras en los programas de las diferentes organizaciones del propietario, diseñador, constructor.

La empresa en estudio se dedica principalmente a la construcción de obras civiles con el estado, es decir, es una empresa contratista, la cual participa en numerosas licitaciones del estado. Se usó como base la herramienta No 7 con algunas modificaciones para hacerla más provechosa durante su aplicación, debido principalmente a la evidencia clara de la presencia de algunas barreras en la empresa.

Dicha herramienta también se distribuyó el mismo día de la matriz de evaluación del programa de constructibilidad. Los formatos distribuidos al personal de la empresa se muestran en el **anexo N° 3**.

Los resultados de la aplicación de la lista de identificación de barreras en la empresa constructora se muestran en la figura 6.3

Luego de analizar esta información respecto a la identificación de barreras de constructibilidad se concluye:

Orden decreciente de barreras que afectan a la constructibilidad:

1. Aceptación del status quo, es decir, falta de interés de nuevos enfoques, ideas dentro de la empresa
2. Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación
3. Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra
4. Percepción: "Nosotros lo hacemos"
5. Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto
6. Falta de documentación y recuperación de las experiencias anteriores

Los parámetros para la clasificación de este orden fueron los siguientes:

- 1ro. Número de ocurrencia de cada barrera
- 2do. Orden de importancia de la barrera

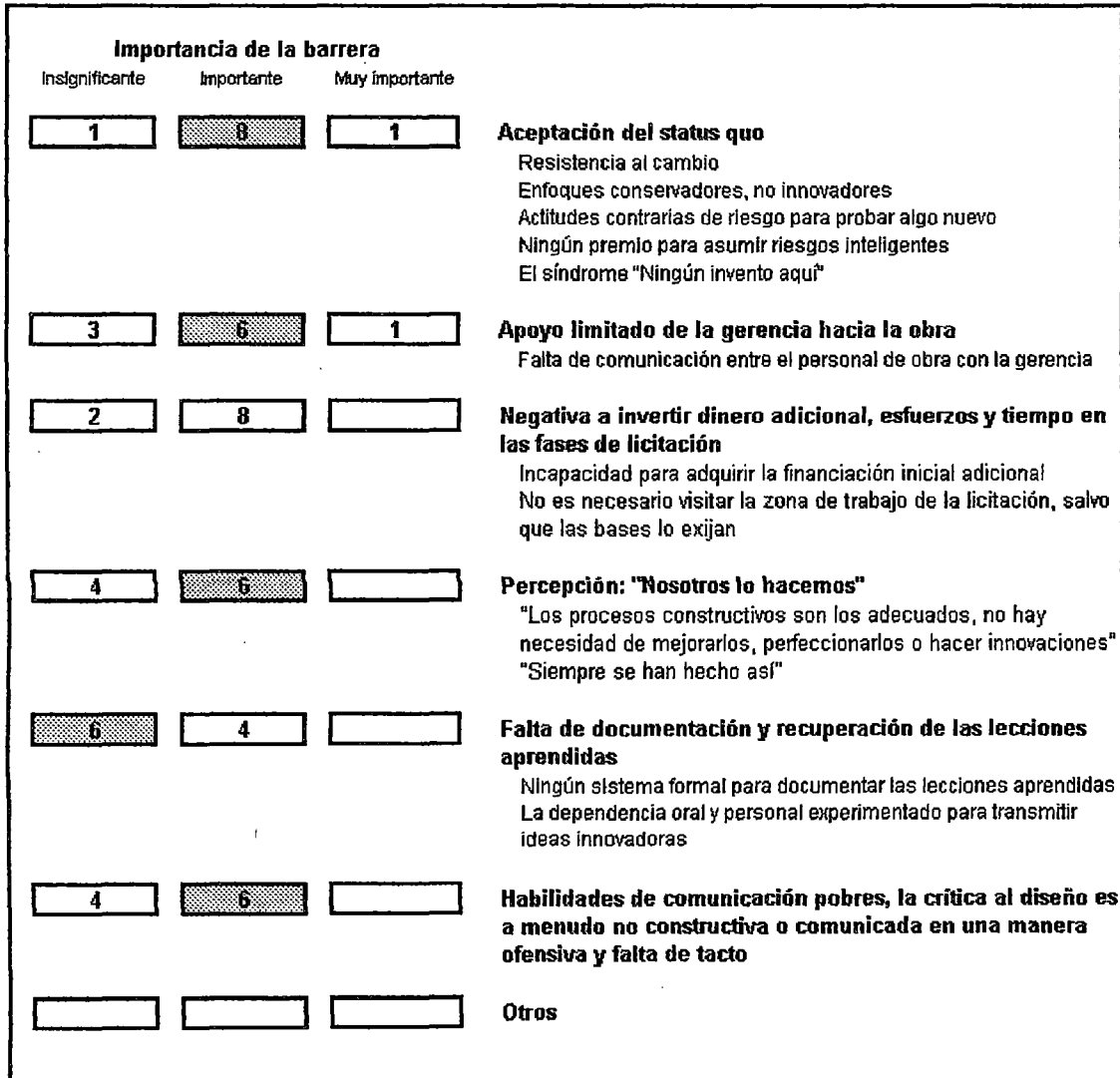


Fig. 6.3 Resultado de la identificación de barreras en la empresa

* Los números indican la ocurrencia de cada barrera identificada

** Encuesta sobre un base de 10 personas

MEDIDAS ADOPTADAS PARA SUPERAR LAS BARRERAS

Para superar las barreras encontradas en la empresa, se tomo como referencia a la herramienta No 9, que muestra algunas técnicas para superarlas. Las medidas adoptadas se muestran en la figura 6.4, además se muestra el tipo de barrera presente en la empresa.

En esta figura también se muestra el punto específico en la metodología de constructibilidad donde debe implementarse la medida adoptada para superar dicha barrera.

Barrera	Medida adoptada por la empresa para superar la barrera	Donde es eficaz		Tipo de barrera			Punto específico para ser aplicado en la metodología (herramienta 1)
		Corporativo	Proyecto	Cultural	Procedimiento	Conocimiento	
1. Aceptación del status quo	Designación de un sólido programa de apoyo a la constructibilidad por parte de la gerencia	X		X		X	Identificar al auspiciador responsable de constructibilidad
2. Negativa de invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación	Promover a la constructibilidad como una oportunidad de inversión a corto y mediano plazo	X	X				Evaluar y reconocer los beneficios de constructibilidad
						X	Definir los objetivos y medidas de constructibilidad
3. Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra	Promover una comunicación activa entre el personal de la oficina y el de la obra.		X		X	X	Establecer una organización de soporte funcional y procedimientos
	Adquisición de equipos de comunicación tanto para la obra como para la gerencia		X		X		Establecer una organización de soporte funcional y procedimientos
4. La percepción "Nosotros lo hacemos"	Capacitación del personal de la empresa referente a los temas de constructibilidad, orientado principalmente a las operaciones de campo	X				X	Comprender los objetivos, los métodos, los conceptos y las barreras de la constructibilidad
5. Habilidad de comunicación del constructor deficiente y poco oportuna	Promover agresivamente una comunicación abierta del personal de obra mediante incentivos sobre sus ideas para mejorar las tareas de campo		X	X			"Desarrollar el equipo de constructibilidad"
	Incluir personal con experiencia en los procesos de licitación	X	X		X		Desarrollarlos procedimientos de constructibilidad e integrarlas a las actividades de proyecto
	Establecer formatos para la presentación de las ideas del personal de campo		X	X	X		Desarrollarlos procedimientos de constructibilidad e integrarlas a las actividades de proyecto
6. Falta de documentación y recuperación de las experiencias anteriores	Documentar las experiencias anteriores	X				X	Documentar las lecciones aprendidas
	Establecer un archivo de experiencias	X	X		X		Desarrollar los procedimientos de constructibilidad e integrarlas a las actividades de proyecto

Fig. 6.4 Medidas adoptadas por la empresa para superar las barreras

PASO 3: METAS ECONÓMICAS PARA LA CONSTRUCTIBILIDAD

La empresa después su auto evaluación respecto a la herramienta denominada "Constructibilidad", estableció las metas económicas para la constructibilidad, las cuales serían aplicadas durante los proyectos:

- Reducir el costo de construcción mediante un seguimiento de toda la obra
- Reducir el numero total de HH (hora-hombre), mediante un monitoreo constante de toda la obra utilizando la denominada Curva S.
- Reducir el costo de las principales operaciones de campo mediante el estudio detallado de cada actividad.

PASO 4: POLÍTICA DE IMPLEMENTACIÓN

La política de implementación del programa de constructibilidad, se incorporó dentro de la política actual de la empresa seguida durante varios años.

La política se acompañó de seminarios iniciales los cuales constituyeron el paso 1 para la implementación de esta política, también se difundió un programa de capacitación al plazo más breve posible, este programa comprende:

- Programas de capacitación de aseguramiento y control de calidad
- Capacitación específica en procesos específicos de construcción
- Capacitación en el uso de tecnología alternativa en la construcción
- Capacitación del personal obrero en técnicas para detectar defectos en la calidad de los productos.

El siguiente formato ilustra la política distribuida al personal de la empresa, el formato completo se muestra en el **anexo 4**.

POLÍTICA DE IMPLEMENTACION DE CONSTRUCTIBILIDAD

Debido actualmente a la competencia existente en el sector de la construcción, a los nuevos cambios que experimenta el mercado, es nuestra política de empresa implementar un programa de constructibilidad al más alto grado o nivel posible, como un continuo esfuerzo por suministrar el mayor grado de calidad y eficiencia en los costos de nuestros proyectos, principalmente en la fase constructiva.

Constructibilidad, "Uso óptimo de conocimientos y experiencia de construcción en la planificación, el diseño, la adquisición y las operaciones de campo para lograr los objetivos globales del proyecto."

Esta política se aplicara actualmente durante la fase de construcción, posteriormente se aplicará en las fases de a planificación, y diseño de proyectos. La empresa se centrará en aprovechar al máximo el alto potencial de Constructibilidad para conseguir los ahorros durante las fases previas a la licitación y luego operaciones de campo.

_____ Es designado como el ejecutivo responsable del programa de Constructibilidad, el estará a cargo de supervisar la implementación del programa de constructibilidad, asegurar su consistencia con otros procesos de mejora continua, implementar los cambios y generar los informes de avance correspondiente.

PROGRAMA CORPORATIVO DE CONSTRUCTIBILIDAD

PASO 1: DESIGNACIÓN DEL RESPONSABLE DEL PROGRAMA

Como se mencionó anteriormente los esfuerzos iniciales se centraron en difundir el conocimiento de constructibilidad como una herramienta de mejoramiento continuo, una vez asegurado el compromiso corporativo de la empresa hacia el programa, en una reunión de la plana gerencial se acordó designar como responsable del programa al autor de esta tesis, que constituye a su vez un socio de la empresa, debido a que el era el mas indicado pues el había realizado dicha investigación durante varios meses y actualmente el mantiene la mayor conocimiento sobre el tema.

PASO 2: ORGANIZACIÓN DE APOYO PARA EL PROGRAMA

La empresa vio la necesidad de la incorporación de otras funciones de carácter temporal a la organización de la empresa, para proveer una conexión de coordinación adecuada entre las diferentes obras y la oficina central.

Después de un análisis la empresa decidió que la organización de soporte del programa de constructibilidad no necesitaba ser grande, sino una pequeña organización, pero que debería existir formalmente para orientar a los empleados sobre el tema de constructibilidad. Por lo que se hizo necesaria las siguientes funciones:

- **GERENTE DEL PROGRAMA:**

Para la identificación del gerente del programa se tomo en cuenta en orden prioritaria los siguientes aspectos:

- Experiencia en procesos constructivos
- Experiencia en el manejo de proyectos
- Conocimientos básicos de los requerimientos del diseño
- Disposición a recibir nuevas ideas
- Habilidad de trabajo en equipo
- Habilidad para comunicarse

Después de una evaluación detallada de los aspectos anteriores, se nombro como gerente del programa a un ingeniero civil de la empresa, con amplia experiencia y conocimientos de construcción, así como una experiencia en la dirección de proyectos.

Las funciones del gerente del programa son las siguientes:

- Su función principal, coordinación de todos esfuerzos de constructibilidad que se lleven a cabo durante la fase de licitación y durante las operaciones de campo de la obra
- Coordinación de detalles cotidianos de los esfuerzos de constructibilidad para la implementación del programa a nivel corporativo
- Evaluación y monitoreo sobre las medidas adoptadas por la empresa para superar las barreras del programa corporativo

- Seguimiento de las metas y objetivos del programa corporativo
- Asegurar la adecuada comunicación de las ideas de campo y su posterior retroalimentación

• RESPONSABLE DE LA BASE DE DATOS

Actualmente la empresa no tiene una base de datos de las experiencias en obras anteriores, lo que tiene principalmente es una desordenada base de datos de proveedores, personal técnico, equipos, por lo que vio necesaria la creación de una base de datos sencilla y ordenada que agrupara a las bases existentes con la base de la experiencias en campo.

La identificación del custodio de la base de datos tomo en cuenta los siguientes aspectos:

- Fuertes de habilidades de comunicación
- Conocimientos básicos del manejo de almacenamiento y recuperación de datos informatizados.

Después de una evaluación se nombró al responsable al autor de esta tesis, pues esta función no requiere un tiempo completo

Las funciones del responsable de la base de datos de constructibilidad son las siguientes:

- Su función principal: organizar, mantener y distribuir las experiencias anteriores aprendidas por la empresa.
- Seguimiento y distribución de las ideas de constructibilidad
- Revisión o evaluación de las ideas de constructibilidad.

PASO 3: DESARROLLAR LA BASE DE DATOS

Como se mencionó anteriormente, la empresa no tenía un archivo de base de datos, por lo que decido desarrollar su propia base de datos informatizada, para asegurar el mejoramiento continuo de las obras presentes o futuras.

La empresa era consciente de que el archivo experiencias aprendidas es un mecanismo para extraer y documentar las ideas de constructibilidad, sobre todo cuando el tipo de obras eran muy similares, en este caso obras viales principalmente.

Los pasos seguidos para la creación de la base de datos se detallan a continuación:

- 1 Ordenación de los archivos de proveedores, personal técnico, equipos cada uno en un solo archivo, para ello se consultaron y revisaron todos los archivos disponibles en la empresa y del propio personal que aún se encontraba trabajando en la empresa, como por ejemplo archivadores, agendas, directorios, archivos de computadora, etc.

- 2 Generación del archivo de experiencias aprendidas, este paso era un poco más complicado pues la empresa no había hecho un seguimiento ni registrado las experiencias ganadas en las obras anteriores

Los pasos seguidos para la creación del archivo de experiencias aprendidas se detallan a continuación:

PRIMERO: Recolectar las experiencias aprendidas

Respecto Obras Anteriores: la recolección principalmente consistió en relatos verbales del personal que todavía se encontraba trabajando en la empresa, esta recolección fue el inicio de la base de datos.

Respecto a Obras Actuales y Futuras: Para la recolección de las ideas de constructibilidad, primero debía hacerse un formato para recolectarlas considerando las siguientes fuentes potenciales ingenieros, capataces, proveedores, supervisores, personal de campo. El proceso de recolección de información también debería abarcar datos para realizar el seguimiento de la obra. El formato para la recolección de ideas de constructibilidad se muestra en la figura 6.5.

Los principales criterios de evaluación de las ideas establecido fueron los siguientes:

- Costo
- Plazo
- Calidad y seguridad.

Los formatos deben ser entregados al ingeniero encargado de la obra, para su evaluación y posterior envío al custodio de la base de datos para su registro y su posterior retroalimentación.

La base de datos debe ser sencilla y ordenada, organizada por categorías de área de trabajo, proveedores, personal técnico, etc. El anexo 8 muestra un resumen de las experiencias aprendidas anteriormente.

SEGUNDO: La evaluación será después del proceso de recolección en el campo, las ideas deben ser evaluadas por el ingeniero residente de la obra, las mejores ideas de constructibilidad serán derivadas al custodio de la base de datos para su registro y su implementación a las operaciones de campo, incluyendo su posterior retroalimentación a su creador.

Del programa corporativo se concluye que este esta conformado por dos personas el gerente del programa y el responsable que a su vez también hace el papel de custodio de la base de datos, pues estas funciones no requieren de un tiempo completo.

La figura 6.6 muestra el organigrama de la constructibilidad tanto a nivel de empresa como a nivel de proyecto.

Realizando un resumen de los resultados obtenidos en el presente estudio de caso, tenemos: Difusión de la constructibilidad como una herramienta de mejoramiento, dicha difusión se realizó entre todo el personal de la empresa, identificación de las barreras habituales que impiden la implementación de la constructibilidad, medidas adoptadas para superar estas barreras, reconocimiento cualitativo de los beneficios de esta herramienta, creación de una sólida política de empresa hacia la constructibilidad, identificación del responsable de la implementación, organización del programa corporativo de constructibilidad, inicio de la creación de una base de datos de experiencias aprendidas anteriormente por la empresa.

Formulario de Ideas de Constructibilidad

Originado por: Fecha

(Nombre)

Proyecto:

(Obra)

1 Tema:

2 Área afectada (Afirmado, obras de arte, abastecimiento de materiales, otras)

.....

.....

.....

3 Descripción y Detalles:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4 Evaluación del impacto sobre la obra (completado por el ingeniero residente)

Costo

Plazo

Calidad

Seguridad

Ingeniería

Abastecimiento

Otros

5 Aprobación:

.....

.....

6 Comentarios:

.....

.....

.....

Fig. 6.5 Formulario de ideas de constructibilidad

Estructura Organizacional de Constructibilidad

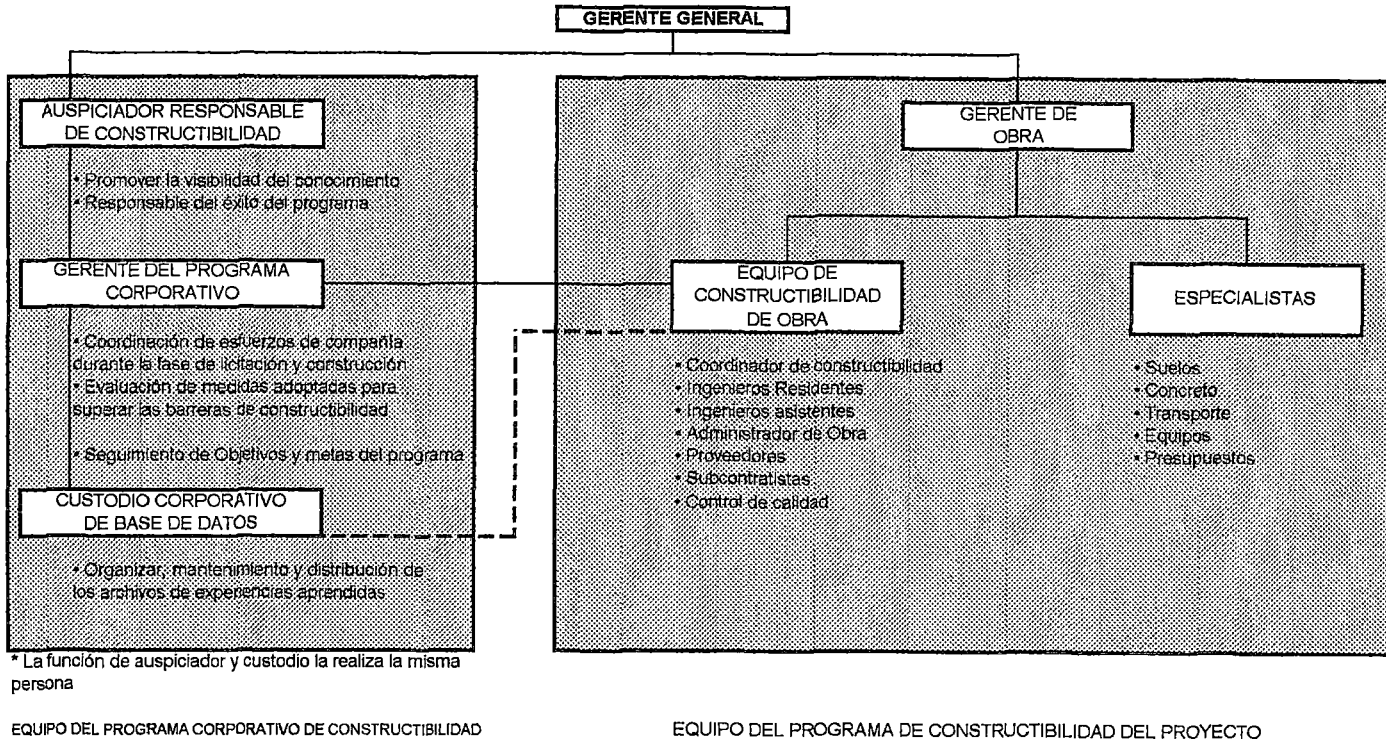


Fig. 6.6 Organigrama de Constructibilidad

6.2 Estudio de caso 2

En este estudio de caso se presenta un análisis de constructibilidad de las operaciones de campo durante la construcción de obras de arte de un tramo de una carretera. Primeramente se muestra los datos generales de la obra y su respectiva ubicación. Luego se hace una breve referencia de los conceptos de obras de arte, seguidamente se detalla el proceso constructivo de una alcantarilla tipo TMC Φ 36".

Después del detalle del proceso constructivo se realiza un análisis de constructibilidad utilizando para ello la herramienta denominada estudio del trabajo, con su técnica denominada estudio de métodos.

Objetivo: *El objetivo de este estudio de caso es simplificar un proceso, mejorar y/o proponer un modo operacional más eficaz para algunas actividades de construcción de las obras de arte de una rehabilitación de una carretera, mediante un análisis detallado de constructibilidad para cada operación de campo.*

6.2.1 Mejora de operaciones de campo usando constructibilidad:

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ARTE EN UN TRAMO DE LA REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CHAMAYA – JAÉN

DATOS GENERALES DE LA OBRA

Obra:	Rehabilitación de la Carretera Chamaya - Jaén – San Ignacio
Tramo:	Chamaya - Jaén
Entidad Contratante:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROVIAS NACIONAL
Contratista:	Consortio Jackson & JOHESA
Supervisor:	Consortio PCI - CESEL SA
Sub Contratista:	LLANOS INGENIEROS SAC

La obra se encuentra ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia de Jaén. Como se menciona anteriormente los trabajos realizados en la Rehabilitación de la Carretera Chamaya – Jaén – San Ignacio, eran bajo la modalidad de un subcontrato, la empresa subcontratista sólo ejecutó las siguientes obras de arte: Alcantarillas tipo TMC Φ 36" y cunetas triangulares de 1.00x0.50 M comprendidas entre el Km. 0+000 hasta el km. 17+000, estos trabajos se realizaron durante los meses de Julio a Agosto del 2004

En el presente estudio de caso, se hizo un estudio detallado sobre la construcción de alcantarillas tipo TMC Φ 36"

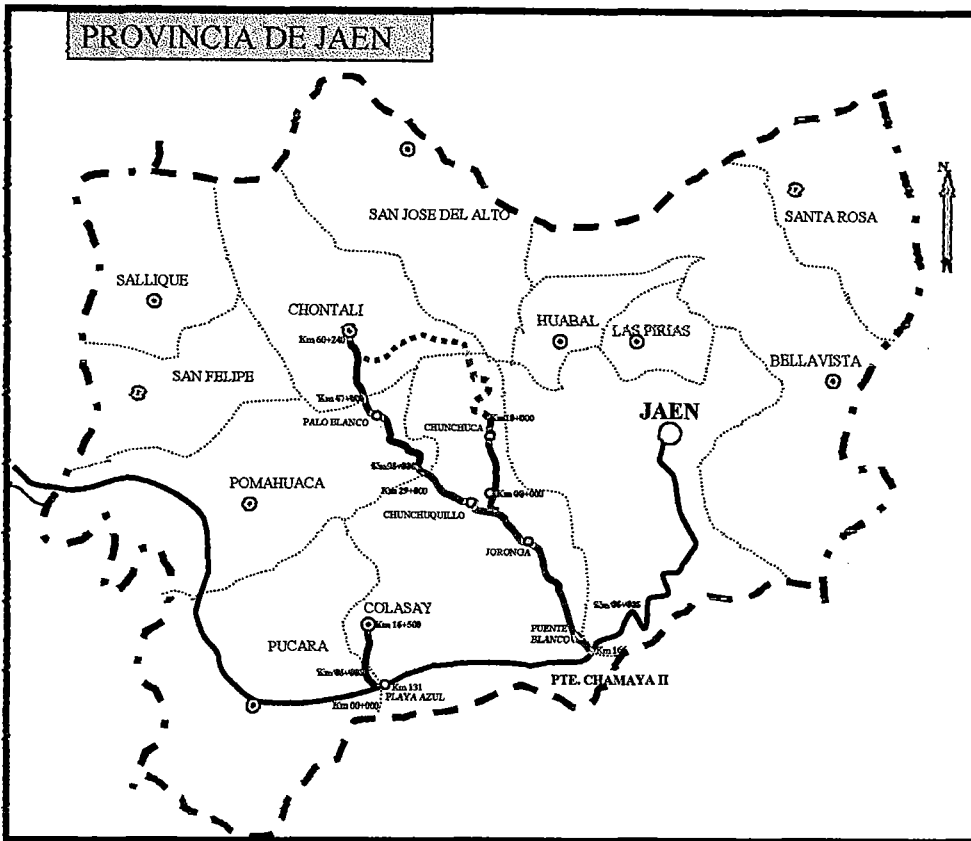


Fig. 6.7 Ubicación de la obra: Tramo Chamaya - Jaén

DESCRIPCION DE LAS OBRAS DE ARTE

Para que una carretera se mantenga en un buen estado, es necesario que cuente con un adecuado sistema de drenaje, que permita la oportuna y rápida evacuación de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales y/o subterráneas, la acumulación de agua sobre la calzada, aun en pequeñas cantidades, representa un peligro para el tráfico y la estructura del pavimento.

La finalidad de las obras de arte de una carretera es alejar las aguas propias y adyacentes que fluyen por la superficie de la carretera, para evitar la influencia negativa de los mismos sobre su estabilidad y transitabilidad, así como, para limitar las operaciones de conservación.

En una carretera interesan, principalmente dos aspectos del drenaje superficial:

- a) La rápida evacuación del agua que cae sobre la calzada o que fluye a ella desde su entorno, para evitar peligros al tráfico y proteger la estructura del pavimento. La solución, primeramente, es determinar el caudal del agua que se tiene que evacuar y en segundo lugar, se refiere, a determinar el dimensionamiento del dispositivo o estructura encargada de su manejo.
- b) El flanqueamiento o pase de los ríos y otros cauces de agua importantes, como quebradas y riachuelos.

Las obras de arte se pueden dividir en: pontones, muros de contención, obras de drenaje (alcantarillas, cunetas), obras de defensa ribereña y control de quebradas, obras varias.

ALCANTARILLAS

Las alcantarillas son obras de arte, componentes del sistema de drenaje de una carretera, tienen por objeto desviar hacia cauces naturales las aguas procedentes de filtraciones, lluvias, inundaciones, así como dar proveer las facilidades necesarias para dar paso a las aguas de un lado a otro del cuerpo de la carretera.

Se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las alcantarillas deben ser debidamente colocadas y alineadas para que duren según el diseño y reducir al mínimo la perturbación en el sitio
- La cuneta lateral y la entrada de la alcantarilla deben ser suficientemente anchas y profundas para permitir el fácil ingreso del agua. A la salida de la alcantarilla debe construirse un dissipador de energía, como una cama de enrocado, a fin de proteger su estructura
- La alcantarilla debe ser colocada sobre una subrasante uniforme
- La salida de la alcantarilla debe localizarse un poco alejado del pie del talud. La pendiente de la alcantarilla debe estar en el rango de 2 a 5%
- Al ubicar una alcantarilla, no debe forzarse los cruces para hacerlo normales en el caso de que la localización natural sea enviada. Sin embargo cuando el esviamiento de una corriente sea menor de 5° es preferible ejecutar la estructura perpendicular al camino

La alcantarilla consta de 2 partes:

- a) **Cañón:** Forma el canal de la alcantarilla y es la parte principal de la estructura
- b) **Muros de Cabeza:** Que sirven para impedir la erosión alrededor del cañón, guiar la corriente y evitar que le terraplén invada el canal

Según la forma del cañón las alcantarillas pueden ser:

- De Tubo, generalmente de TMC
- De Cajón, pueden ser cuadradas, rectangulares
- De Bóveda o abovedadas

CUNETAS

El control de las aguas superficiales que discurren por la superficie de rodadura así como por los taludes de los cerros que bordean a una carretera, se realizará por canales o zanjas llamadas cunetas, las cuales atraparan las aguas de escorrentía superficial y las conducirán hasta las estructuras de evacuación hacia un dren natural. Cuando la plataforma de la carretera se desarrolla en terraplén se permite que el agua se desborde sobre las bermas y los taludes los cuales deben estar debidamente protegidos por lo tanto, no es necesaria una cuneta.

Se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se debe limitar las pendientes de la cunetas en un rango de 2 a 5%, cuando es necesario hacer cunetas con pendientes mayores se deberá reducir la velocidad del agua con diques de contención
- Se debe utilizar disipadores de energía (de mampostería o piedras) en las salidas e las cunetas
- Como medida para permitir una mejor conducción del agua en zonas muy lluviosas, las cunetas se revestirán con piedras formando diques entre las cuales se colocara vegetación.

PROCESO CONSTRUCTIVO DE ALCANTARILLAS TMC Φ 36"

En el proceso constructivo se hizo de acuerdo a las especificaciones técnicas y planos brindados por la supervisión en relación a las obras de arte. Al personal se le proveyó los implementos de seguridad tales como cascos, lentes, chalecos, botas.

Las alcantarillas TMC están constituidas por anillos de plancha corrugada de acero galvanizado usado para el drenaje transversal, estas fueron ubicadas transversalmente a la carretera.

Tubería Metálica Corrugada (T.M.C.): Se denomina así a las tuberías formadas por planchas de acero corrugado galvanizado, unidas con pernos. Esta tubería es un producto de gran resistencia estructural, con costuras empernadas que confieren mayor capacidad estructural, formando una tubería hermética, de fácil armado.

El acero de las tuberías deberá satisfacer las especificaciones AASTHO M-218-M167 y ASTM A 569; que establecen un máximo de contenido de carbono de (0.15) quince centésimos.

Propiedades mecánicas: Fluencia mínima: 23 kg/mm y Rotura: 31 kg/mm. El galvanizado deberá ser mediante un baño caliente de zinc, con recubrimiento mínimo de 90 micras por lado de acuerdo a las especificaciones ASTM A-123. Como accesorios serán considerados los pernos y las tuercas en el caso de tubos de pequeño diámetro.

La protección de los cabezales de entrada y salida se realizo con emboquillados de piedra. En la entrada según requerimiento típico y en la salida según sección trapezoidal típica.

El proceso constructivo se puede separa en tres grupos bien diferenciados: primeramente se coloca el tubo en el eje de la alcantarilla, seguidamente se procede a la construcción de los cabezales y finalmente se construye el emboquillado a la entrada o salida dependiendo de los planos.

OPERACIONES EN EL EJE

- Trazo y replanteo de la alcantarilla en su respectiva progresiva
- Excavación masiva de la zanja hasta media pista o en toda la pista en el caso de que se pueda hacer un desvío provisional

- Verificación de la excavación y nivel de la cimentación
- Preparación de la superficie de fundación de la alcantarilla
- Verificación de niveles y uniformidad de la superficie de fundación
- Conformación de la cama de asiento con material granular de 0.10 m de espesor
- Verificación de niveles y uniformidad de la cama de asiento
- Colocación del tubo de la alcantarilla TMC, pendiente variable de 2 a 5%
 - ❖ Suministro de la plancha de acero corrugado galvanizado de la alcantarilla
 - ❖ Ensamblaje de las planchas unidas con sus pernos
 - ❖ Armado de los anillos en el sitio de trabajo, con un traslape en el sentido del flujo
- Control de niveles de fondo de tubería, alineamiento y orientación
- Relleno compactado, tanto en la parte lateral como superior del tubo, compactado en forma alternada a cada lado del tubo en capas de espesor de 0.15m.
- Control del relleno compactado hasta el nivel de subrasante mediante ensayos de densidad de campo
- Relleno estructural de la parte posterior de las alas del cabezal

OPERACIONES EN LOS CABEZALES

- Trazo y replanteo de cabezales
- Verificación de las formas del cabezal
- Excavación de zapatas
- Verificación de formas y niveles
- Vaciado y vibrado del concreto en las zapatas
- Control de la resistencia del concreto mediante la toma de muestras para la rotura de probetas cilíndricas a los 7 y 28 días
- Curado del concreto de la zapata
- Trazo y replanteo de elementos de elevación
- Verificación de las formas de los elementos de elevación
- Encofrado de las formas de elevación
- Verificación de las formas: verticalidad, ángulos, distancias, etc.
- Vaciado y vibrado del concreto de las formas
- Control de la resistencia del concreto mediante la toma de muestras para la rotura de probetas cilíndricas a los 7 y 28 días

- Curado
- Desencofrado de las formas
- Acabado de las formas
- Verificación final de los cabezales

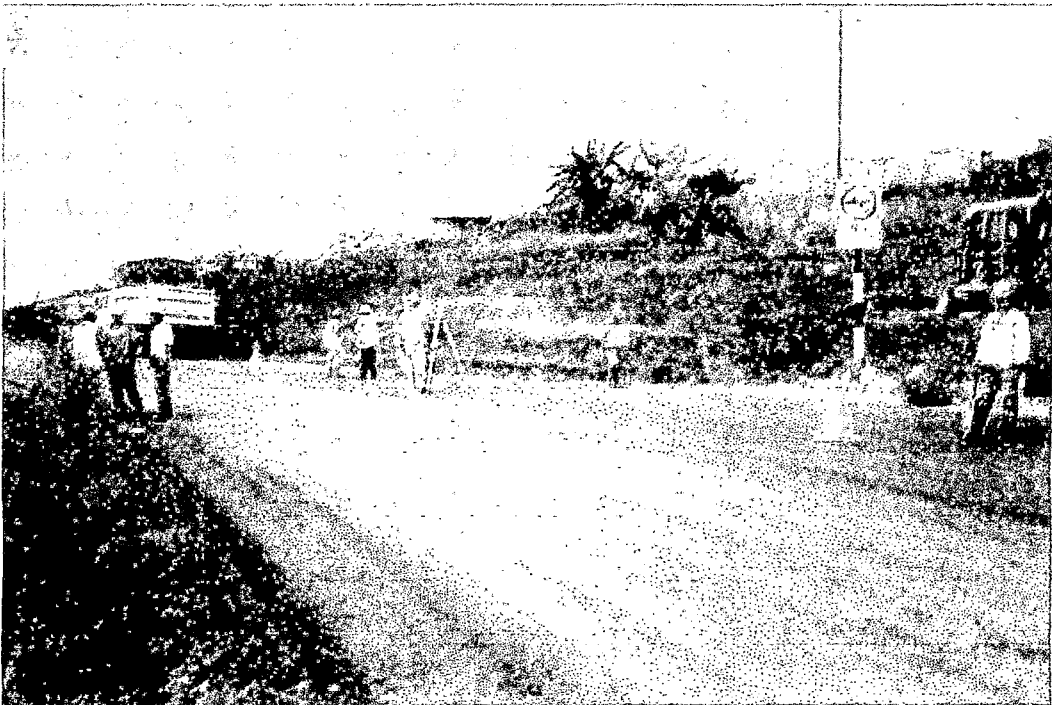
OPERACIONES EN LOS EMBOQUILLADOS

- Trazo y replanteo del emboquillado
- Verificación de la forma del emboquillado
- Excavación del emboquillado
- Verificación de niveles y forma del emboquillado
- Encofrado del emboquillado
- Verificación del encofrado del emboquillado
- Colocación del empedrado del emboquillado (Concreto $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ y Piedra)
- Curado del emboquillado
- Desencofrado de las formas
- Verificación final del emboquillado

DETALLE DE LAS OPERACIONES EN EL EJE

REPLANTEO DE LA ALCANTARILLA

El replanteo del eje de la alcantarilla se hizo de acuerdo a los planos indicados por la supervisión, asegurándose que los datos consignados en el plano sean fielmente trasladados al terreno, se uso un nivel óptico y en algunos casos una estación total, para el alineamiento del eje de la alcantarilla de acuerdo al eje del cauce que puede ser recto o eventualmente aviajada respecto al eje de la carretera, en la colocación de niveles y el trazado de dimensiones para la excavación. Se dejaron puntos para el alineamiento del eje de la alcantarilla bastante alejados de la plataforma de la vía para evitar que sean movidos por el tránsito.



Replanteo de ALC Km. 8 + 963

EXCAVACIÓN DE ZANJA

Excavación es el movimiento de todo material de cualquier naturaleza que deba ser removido para ejecutar la construcción de las cimentaciones y elevaciones de puentes, alcantarillas, subdrenajes y otras obras de arte.

Las Cotas de fondo de cimentación indicados en los planos pueden ser modificados por orden escrita del Ingeniero Supervisor, si fuese necesario para asegurar la estabilidad de la obra.

La excavación se ejecutará hasta llegar a la cota de fondo de cimentación, la cual deberá ser nivelada rebajando los puntos altos pero de ninguna manera rellenando los puntos bajos. En cualquier tipo de suelo, al ejecutar los trabajos de excavación o nivelación, se tendrá la precaución de no producir alteraciones en la consistencia del terreno natural de cimentación. Cuando la estabilidad de la excavaciones lo requieran, deberán construirse defensas (entibados, tablestacado, etc.) necesarias para su ejecución.

Si en la cota de fondo de cimentación, se encuentra roca u otro material duro, adecuado para la cimentación dicha superficie para ser aceptada deberá limpiarse, eliminando los materiales sueltos y recortando hasta tener una superficie firme y uniforme, ya sea a nivel, o con la superficie firme y uniforme o con la pendiente de diseño con gradas dentada o como indique en los planos o lo señale el Ingeniero Supervisor.

Toda grieta o hendidura deberá ser limpiada y enlechada con mortero, toda roca suelta o desintegrada así como los estratos delgados deberán ser retirados



Excavación de ALC Km. 15+711

La excavación se realizó con una retroexcavadora tratando de no impedir el libre tránsito para ello se hizo lo siguiente: excavar hasta media pista o en toda la pista, en el caso de que se pueda hacer un desvío provisional. Se tuvo especial cuidado en no mover los puntos del alineamiento del eje.

VERIFICACIÓN DE LA EXCAVACIÓN Y NIVEL DE CIMENTACIÓN

La verificación de la excavación consiste en controlar la verticalidad del ancho de la zanja, en caso de ser necesario la colocación de entibados debe hacerse para la seguridad del personal.

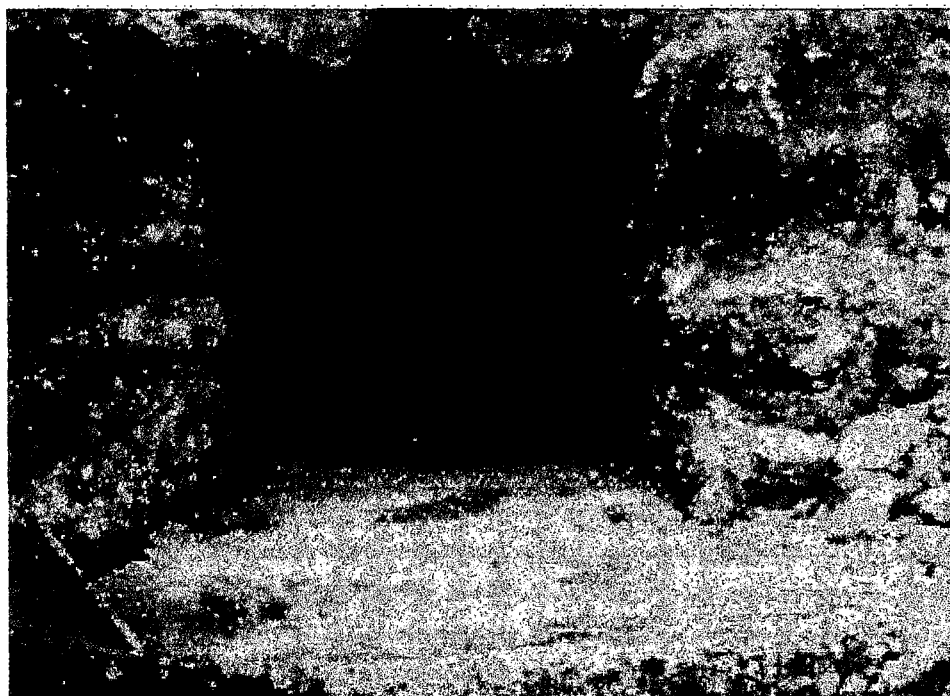
Se deben realizar la verificación de las cotas de entrada y salida de la alcantarilla, teniendo especial cuidado en la cota de entrada en la parte baja del cauce natural para una adecuada captación. En el caso de la obra se hizo utilizando un nivel óptico. También se usó un tercer punto, ubicado en el punto medio del eje de la cimentación.

PREPARACIÓN, VERIFICACIÓN Y CONFORMACIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Después de la verificación de las cotas se debe preparar la superficie de fundación de la alcantarilla dejándola totalmente uniforme a lo largo de su eje longitudinal. Para esta preparación se utilizó una plancha compactadora de 4HP.

Después del proceso de compactación de la superficie de fundación se vuelve a verificar los niveles y la uniformidad de esta superficie. En esta verificación se usó un nivel óptico para la verificación de tres puntos: entrada, salida y un punto medio. La uniformidad se verificó usando un cordel.

Seguidamente se procederá a la conformación de la cama de asiento con material granular compactado en capas de 0.10m de acuerdo al alineamiento y niveles indicados en los planos, permitiendo que las corrugaciones del tubo se llenen con este material. Como suelo de fundación se deberá evitar materiales como: el fango o capas de roca, ya que estos materiales no ofrecen un sostén uniforme a la estructura; estos materiales serán reemplazados con material apropiado para el relleno. La cama o base debe tener un ancho no menor a medio diámetro a cada lado de la estructura para una adecuada compactación.



Conformación de cama de asiento ALC Km. 15+711

VERIFICACIÓN DE NIVELES Y UNIFORMIDAD DE LA CAMA DE ASIENTO

Se uso el mismo procedimiento de la verificación de niveles y uniformidad de la superficie de fundación

COLOCACIÓN DEL TUBO DE LA ALCANTARILLA TMC

La colocación del tubo se hará con especial cuidado, pues de su correcta operación depende en gran parte una adecuada compactación, generalmente la pendiente varía de 2 a 5%. La colocación del tubo se hizo con la ayuda de una retroexcavadora, la misma que fue usada en la excavación de la zanja.

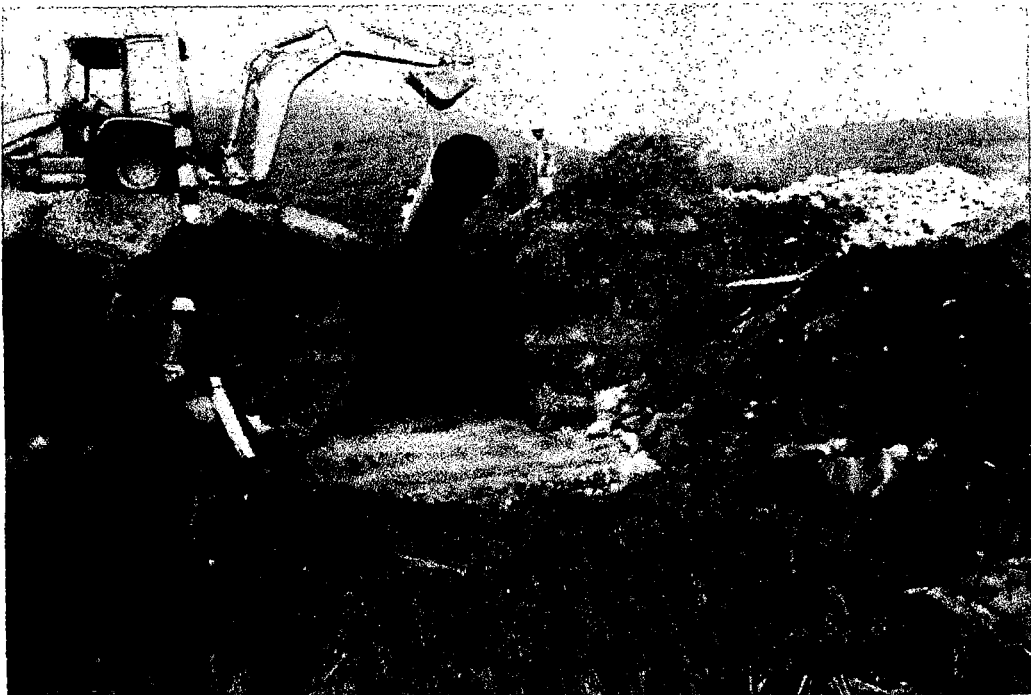
Antes de la colocación del tubo se debe hacer las siguientes operaciones

- ❖ Suministro de la plancha de acero corrugado galvanizado de la alcantarilla, estos son entregados en secciones curvas con sus respectivos accesorios

- ❖ Ensamblaje de las planchas unidas con sus pernos
- ❖ Armado de los anillos en el sitio de trabajo, con un traslape en el sentido del flujo



Armado de los anillos en el sitio de Trabajo ALC 10+858



Colocación del Tubería Metálica Corrugada (TMC Φ 36") ALC Km. 15+711

CONTROL DE NIVELES DE FONDO DE TUBERÍA, ALINEAMIENTO Y ORIENTACIÓN

Para el control de los niveles de fondo de tubería se usaron dos puntos en la entrada y salida verificándose sus cotas con un nivel tanto a la entrada y salida del eje de la alcantarilla. Para el alineamiento y orientación del eje de la alcantarilla se usaron los puntos ubicados fuera de la plataforma de la carretera, dichos puntos fueron colocados durante el trazo y replanteo de la alcantarilla.

RELLENO ESTRUCTURAL

Después de la colocación del tubo de la alcantarillas se procedió a la colocación del relleno estructural lateral, se usó materiales granulares pues se drenan fácilmente, aunque en algunos casos se hizo con material propio extraído de la excavación por tener una conformación granular, colocados y compactados cuidadosamente, evitando que contengan piedras grandes, césped, escorias o tierra que contenga elevado porcentaje de finos, pues pueden filtrarse dentro de la estructura.

A continuación se muestran algunas consideraciones adicionales:

El relleno deberá compactarse hasta alcanzar una densidad mayor a 95% de la máxima densidad seca. El relleno colocado, tanto en la parte lateral como en la parte superior del tubo debe ser compactado en forma alternada a cada lado del tubo en capas de espesor de 0.15m y así permitir un perfecto apisonado. El material se colocará en forma alternada para conservarlo siempre a la misma altura en ambos lados del tubo.



Compactación de la parte superior del tubo utilizando planchas compactadoras

La compactación se puede hacer con equipo mecánico, es decir con un pisón o con un compactador vibratorio tipo plancha, siempre con mucho cuidado asegurando que el relleno quede bien compactado. La cobertura mínima para una TMC $\Phi 36''$ es de 0.60m medida desde la subrasante.

A fin de evitar la socavación, se deberá usar disipadores de energía, como una cama de empedrado de piedras en la salida y en la entrada de las alcantarillas; asimismo, se debe de retirar todo tipo de obstáculos, para que no se produzca el represamiento y el probable colapso del camino. En toda alcantarilla tipo tubo se construirán muros de cabecera (cabezales) con alas, en la entrada y salida, para mejorar la captación y aprovechar la capacidad de la tubería, así como para reducir la erosión del relleno y controlar el nivel de entrada de agua.

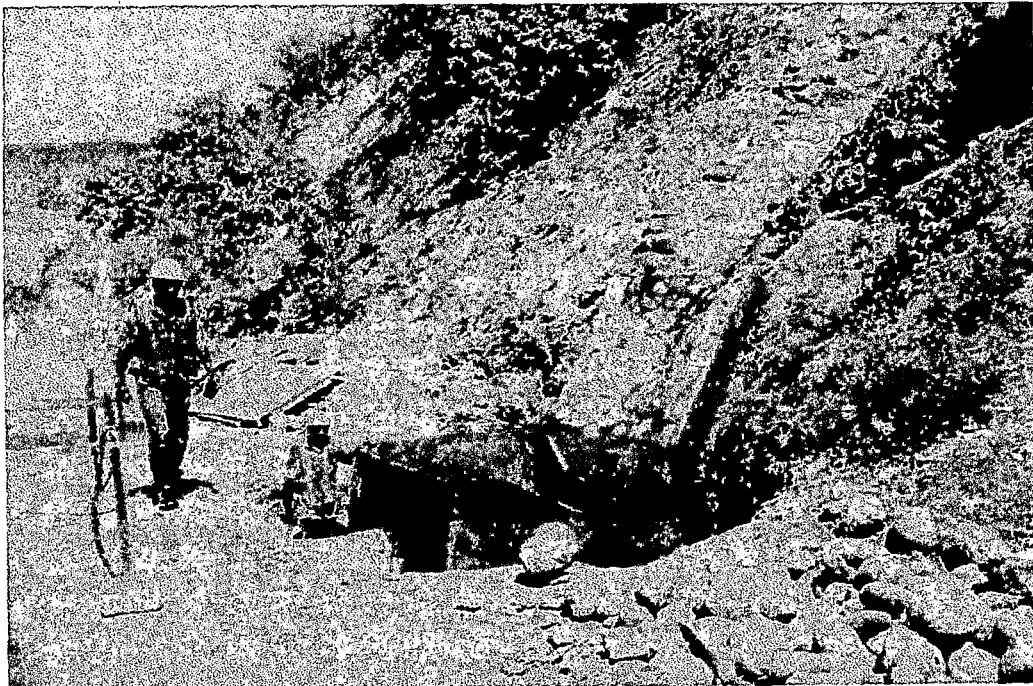
En el proceso de compactado se usaron planchas compactadoras de 4HP. El relleno para estructuras se efectúa hasta por debajo de la subrasante.

CONTROL DEL RELLENO COMPACTADO

El control del relleno compactado tanto en la parte lateral como encima del tubo hasta llegar al nivel de subrasante se hizo mediante los ensayos de densidad de campo

RELLENO DE LA PARTE POSTERIOR DE LAS ALAS DEL CABEZAL

Para realizar esta operación del relleno estructural de la parte posterior de las alas del cabezal se tuvo que esperar a que se construya previamente el cabezal de la alcantarilla. El relleno estructural se hizo de la misma manera que el relleno estructural lateral mencionado anteriormente, es decir en capas de 0.15m hasta llegar al nivel deseado.



Caja de ALC 01+137 lista para realizar el relleno estructural final

DETALLE DE OPERACIONES EN LOS CABEZALES

TRAZO Y REPLANTEO DE CABEZALES

El trazo y replanteo de los cabezales de la alcantarilla se hizo de acuerdo a los planos brindados por la supervisión, se uso un nivel óptico y en algunos casos una estación total, para el alineamiento del cabezal respecto al eje de la alcantarilla.

VERIFICACIÓN DE LAS FORMAS DEL CABEZAL

Se verifico las formas del cabezal trazado en el terreno.

EXCAVACIÓN DE ZAPATAS

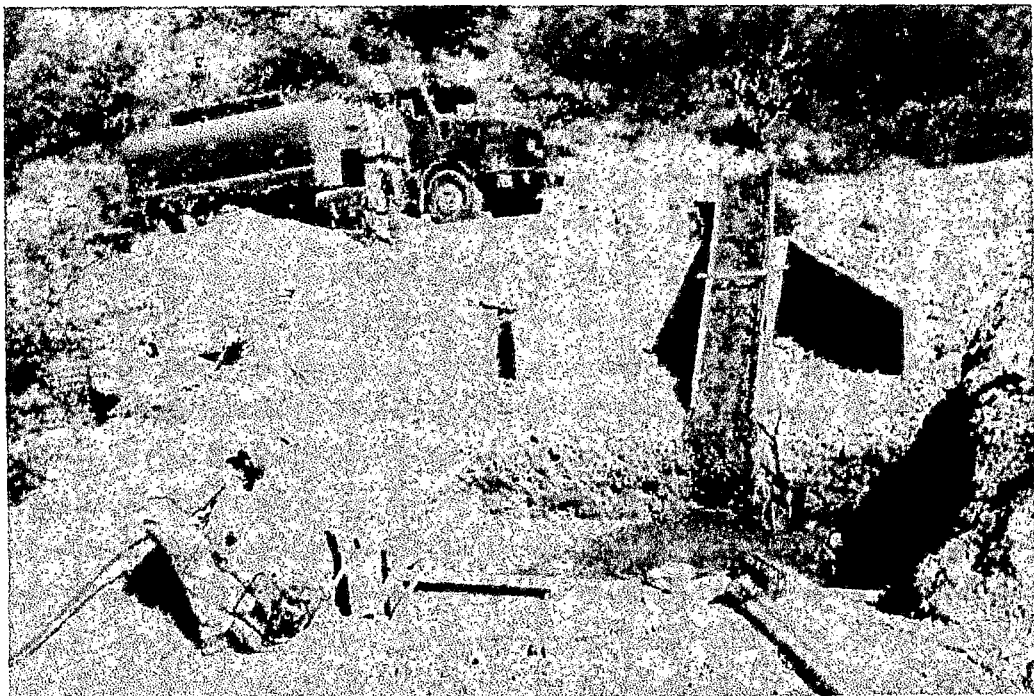
La excavación de las zapatas del cabezal se realizó en forma manual, aunque en algunos casos se utilizó una retroexcavadora debido a que se tenía un volumen elevado para excavar.

VERIFICACIÓN DE FORMAS Y NIVELES DE LA ZAPATA

La verificación de la excavación de la zapata del cabezal consiste en controlar la forma de esta (distancias ángulos, etc.) de acuerdo a los planos. Se debe controlar las cotas de fondo de excavación de la zapata. En el caso de la obra se hizo utilizando un nivel óptico.

VACIADO Y VIBRADO DEL CONCRETO EN LAS ZAPATAS

Antes del vaciado del concreto en las zapatas la superficie que iba a entra en contacto con el concreto era limpiada y pulida para garantizar la forma de la zapata. El vibrado se hizo en paralelo con el vaciado del concreto. El concreto usado en la zapatas correspondía a una resistencia de $f_c=140 \text{ kg/cm}^2 + 30\%PG$



Vaciado y vibrado del concreto de una zapata ALC 1+4.58

Previamente antes de vaciar el concreto se tuvo que realizar las siguientes operaciones:

Dosificación, mezclado, transporte del concreto a las zapatas

El concreto compuesto de cemento Pórtland, agregados finos, agregados gruesos y agua, preparados de acuerdo a las especificaciones, en el sitio de trabajo.

Para realizar toda esta etapa se realizaron las siguientes operaciones:

Suministro de los insumos del concreto

Los insumos del concreto eran suministrados en obra: el cemento era proporcionado por el subcontratista, los agregados y el agua eran proporcionados por la empresa contratista, es decir el Consorcio Jackson & JOHESA, previa coordinación con la supervisión.

Los agregados y el agua usados fueron extraídos del río Chamaya después de considerarlos aptos por la supervisión: el agregado fino era arena natural limpia y lavada y el agregado grueso era piedra chancada.

Las características de los insumos se detallan a continuación:

Cemento: Pórtland Tipo I que cumpla con las Normas ASTM-C-150 AASHTO-M-85, debe almacenarse y manipularse de manera que siempre esté protegido de la humedad y sea posible su utilización según el orden de llegada a la obra. La inspección e identificación debe poder efectuarse fácilmente. No deberá usarse cementos que se hayan atorronado o deteriorado de alguna forma, pasado o recuperado de la limpieza de los sacos.



Planta chancadora de agregados.

Agregados: presentan las siguientes características:

Agregado Fino: Debe satisfacer los requisitos de designación AASTHO-M-6, consistirá en arena natural limpia, silicosa y lavada, de granos duros, fuertes, resistentes y lustroso. El módulo de fineza de la arena estará en los valores de 2.50 a 2.90, sin embargo la variación del módulo de fineza no excederá en 0.30.

Agregado Grueso: Debe satisfacer los requisitos de AASHTO designación M-80, consistirá en grava o piedra chancada, de grano duro y compacto o cualquier otro material inerte con características similares, deberá estar limpio de polvo, muestras orgánicas o barro y magra, en general deberá estar de acuerdo con la Norma ASTM C-33.

Agua: El agua para la preparación del concreto deberá ser fresca, limpia y potable, substancialmente limpia de aceite, ácidos, álcalis, aguas negras, minerales nocivos o materias orgánicas. El agua para el curado del concreto no deberá tener un Ph más bajo de 5, ni contener impurezas en tal cantidad que puedan provocar la decoloración del concreto.

Dosificación del concreto detallada a continuación:

El concreto utilizado en las distintas partes de la obra, era de la calidad especificada en los planos, se verificó que no tenga una segregación excesiva y cuando se endurece debe desarrollar todas las características requeridas por estas especificaciones.

Los agregados, el cemento y el agua eran incorporados a la mezcladora por una dosificación de volumen previamente coordinada con la supervisión. El cemento en bolsas, los agregados y el agua en latas. Los dispositivos para la medición de los materiales se mantuvieron constantemente limpios; la descarga del material se realizará en forma tal que no queden residuos en la tolva. La consistencia del concreto se medirá por el Método del Asentamiento del Cono de Abraham.

Mezclado del concreto detallado a continuación:

El concreto era mezclado completamente en una mezcladora tipo trompo de 11 pie³, por un plazo no menor de dos minutos ni mayor de cinco minutos después que todos los materiales, incluyendo el agua, se han colocados en el tambor. El contenido completo de una tanda era sacado de la mezcladora antes de empezar a introducir materiales para la tanda siguiente. El concreto preparado era para su uso inmediato.

Transporte del concreto:

Después del mezclado se procedió al transporte del concreto realizado en carretillas desde la mezcladora hasta el encofrado. La mezcla será transportada, evitando en todo momento su segregación

CONTROL DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

La resistencia del concreto utilizado en las zapata era verificado mediante la toma de muestras para la rotura de probetas cilíndricas a los 7 y 28 días. En la toma de muestras de concreto se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

Se tomarán como mínimo 6 muestras por cada llenado, probándoselas a la compresión, 2 a los 7 días, 2 a los 14 y 2 a los 28 días del vaciado, considerándose el

promedio de cada grupo como resistencia última de la pieza. Esta resistencia no podrá ser menor que la exigida en el proyecto para la partida respectiva.

CURADO DEL CONCRETO DE LA ZAPATA

Después del vaciado del concreto se procedió al curado de la zapata con agua durante 7 días consecutivos, aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar el fisuramiento, resquebrajamiento y pérdidas de humedad del concreto.

TRAZO Y REPLANTEO DE ELEMENTOS DE ELEVACIÓN

El trazo y replanteo de los elementos de elevación (aleros) del cabezal se hizo utilizando una nivel óptico y una estación total debido a las características de los elementos de elevación. Esto se hizo después del vaciado de concreto para dejar los puntos.

VERIFICACIÓN DE LAS FORMAS DE LOS ELEMENTOS DE ELEVACIÓN

La verificación se hizo para cotejar las formas y distancias con los planos brindados por la supervisión.

ENCOFRADO DE LAS FORMAS DE ELEVACIÓN

Se hizo diversas formas para recibir al concreto, es decir los cabezales a la entrada y salida de la alcantarilla. Las consideraciones para el encofrado de las distintas formas se muestran a continuación:

Para la colocación del encofrado se suministrará, habilitará, y colocará las formas de madera necesarias para el vaciado del concreto de todas las obras de arte y drenaje. Se debe emplear madera en buen estado, pues del correcto apuntalamiento de los encofrados depende para que resistan plenamente a las deformaciones, al empuje del concreto al momento del llenado.

Para el apuntalamiento de los encofrados se deberá tener en cuenta los siguientes factores: Velocidad y sistema del vaciado del concreto, cargas de materiales, equipos, rigidez de las uniones que forman los elementos del encofrado.

Antes de vaciarse el concreto, las formas deberán ser mojadas o aceitadas para evitar el descascaramiento.

La operación de desencofrar se hará gradualmente, quedando totalmente prohibido golpear o forzar. Todo encofrado, para volver a ser usado, no deberá presentar daños ni deformaciones y deberá ser limpiado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente.

VERIFICACIÓN DE LAS FORMAS

La verificación de las formas del encofrado consistió en la verticalidad, ángulos y distancias de acuerdo a los planos.

VACIADO Y VIBRADO DEL CONCRETO DE LAS FORMAS

Después de la verificación de las formas se procedió a vaciar el concreto en los cabezales. La superficie del encofrado que iba a entrar en contacto con el concreto era pintada con petróleo para facilitar el proceso de desencofrado.

El concreto usado en los cabezales correspondía a una resistencia de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%PG$. El proceso de vibrado del concreto se realizó en forma paralela al vaciado del concreto. Las consideraciones previas al vaciado del concreto fueron las siguientes:

Las formas eran limpiadas previamente, de todo material extraño. El concreto debe ser vaciado en un tiempo máximo de 20 minutos después de haber sido mezclado. Se evitará salpicar los encofrados antes del vaciado. Las manchas de mezcla seca serán removidas antes de colocar el concreto. No se permitirá la caída libre del concreto a los encofrados en altura superiores a 1.5 m. El concreto será extendido homogéneamente, con una ligera sobreelevación del orden de 1 a 2 cm. con respecto a los encofrados, a fin de compensar el asentamiento que se producirá durante su compactación. El concreto deberá ser vaciado en una operación continua.

Previamente antes de vaciar el concreto se tuvo que realizar las siguientes operaciones: Dosificación, mezclado, transporte del concreto a las formas. Estas operaciones se hicieron del mismo modo que las hechas en la preparación del concreto de las zapatas.

CONTROL DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DEL CABEZAL

La resistencia del concreto utilizado en los cabezales era verificado mediante la toma de muestras para la rotura de probetas cilíndricas. En la toma de muestras de concreto se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

Se tomarán como mínimo 6 muestras por cada llenado, probándose las a la compresión, 2 a los 7 días, 2 a los 14 y 2 a los 28 días del vaciado, considerándose el promedio de cada grupo como resistencia última de la pieza. Esta resistencia no podrá ser menor que la exigida en el proyecto para la partida respectiva.

CURADO DEL CONCRETO

Después del vaciado del concreto se procedió al curado y protección del concreto, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

El equipo necesario para el curado y protección del concreto estaba listo y disponible para su empleo antes de empezar el vaciado del concreto. El curado se realizó con agua por un período de 7 días consecutivos, aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar el fisuramiento, resquebrajamiento y pérdidas de humedad del concreto.

DESENCOFRADO DE LAS FORMAS

Para el desencofrado de las formas de los cabezales se tuvo en cuentas las siguientes consideraciones:

En general, las formas no deberán quitarse hasta que el concreto se haya endurecido suficientemente como para soportar con seguridad su propio peso y los pesos superpuestos que pueden colocarse sobre él.

Se debe considerar los siguientes tiempos mínimos para efectuar el Desencofrado:

Costado de Vigas y muros	: 24 horas.
Fondo de Vigas	: 21 días.
Losas	: 14 días
Estribos y Pilares	: 3 días
Cabezales de Alcantarillas T.M.C.	: 48 horas.
Sardineles	: 24 horas.

En nuestro caso el desencofrado se hizo después de 48 horas.

ACABADO DE LAS FORMAS

El acabado de las superficies de concreto se realiza inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivo de metal usado para sujetar los encofrados y que pase a través del cuerpo del concreto, deberá ser retirado o cortado hasta, por lo menos 2 centímetros debajo de la superficie del concreto. Todos los desbordes del mortero y todas las irregularidades causadas por las juntas de los encofrados, deberán ser eliminados. Todos los pequeños agujeros, hondonadas y huecos que aparezcan, deberán ser rellenados con mortero de cemento mezclado en las mismas proporciones que el empleado en la masa de obra. Al resanar agujeros más grandes y vacíos en forma de paneles, todos los materiales toscos o rotos deberán ser quitados hasta que quede a la vista una superficie de concreto densa y uniforme que muestre el agregado grueso y macizo. Todas las superficies de la cavidad deberán ser completamente saturadas con agua, después de lo cual deberá ser aplicada una capa delgada de pasta de cemento puro. Luego, la cavidad se rellenará con mortero consistente, compuesto de una parte de cemento Pórtland por dos partes de arena, que deberá ser perfectamente apisonado en su lugar. Dicho mortero deberá ser asentado previamente, mezclándolo aproximadamente 30 minutos antes de usarlo. El período de tiempo puede modificarse según la marca del cemento empleado, la temperatura, la humedad ambiente; se mantendrá húmedo durante un período de 5 días.

VERIFICACIÓN FINAL DE LOS CABEZALES

La verificación final de los cabezales se realiza con el objeto de rectificar cualquier anomalía en la estructura.

DETALLE DE OPERACIONES EN LOS EMBOQUILLADOS

TRAZO Y REPLANTEO DEL EMBOQUILLADO

Siguiendo el mismo procedimiento del eje y del cabezal

VERIFICACIÓN DE LA FORMA DEL EMBOQUILLADO

Verificación de acuerdo a los planos.

EXCAVACIÓN DEL EMBOQUILLADO

La excavación del emboquillado se realizó en forma manual.

VERIFICACIÓN DE NIVELES Y FORMA DEL EMBOQUILLADO

Control de los niveles de fondo y forma del emboquillado de acuerdo a los planos.

ENCOFRADO DEL EMBOQUILLADO

El encofrado del emboquillado solo fue necesario en algunos casos, debido a la poca consistencia del terreno.



Habilitación de un emboquillado previo a recibir el concreto ALC 12+159

VERIFICACIÓN DEL ENCOFRADO DEL EMBOQUILLADO

La verificación de la forma del emboquillado para asegurar la forma requerida en los planos.

COLOCACIÓN DEL EMPEDRADO DEL EMBOQUILLADO

Para la colocación del empedrado del emboquillado de piedra $e=0.15m$, con un concreto de $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$.

CURADO DEL EMBOQUILLADO

El curado del emboquillado se realizó con agua por un período de 7 días.

DESENCOFRADO DE LAS FORMAS

Se retiró las formas del encofrado después de 24 horas.

VERIFICACIÓN FINAL DEL EMBOQUILLADO

Se realizó una verificación final para corregir cualquier anomalía del emboquillado.



ALC 09+ 684 terminada

ANÁLISIS DE CONSTRUCTIBILIDAD

Como se mencionó en el capítulo 4 se debe hacer un adecuado uso de los recursos para lograr una mayor eficacia durante las operaciones de campo para ello se planteo soluciones creativas y métodos innovadores.

El análisis de constructibilidad referido a las operaciones de campo, tuvo como principal herramienta al estudio del trabajo cuya utilidad es investigar y perfeccionar las operaciones en el lugar de trabajo, a continuación se hace una breve síntesis del contenido de esta herramienta.

ESTUDIO DEL TRABAJO

El estudio del trabajo es una herramienta utilizada ampliamente por otro tipo de industrias para el análisis de operaciones entre las que destaca principalmente la industria manufacturera, la finalidad del estudio del trabajo es aumentar la productividad. El estudio del trabajo como técnica fue dejada de lado por la industria de la construcción durante muchos años, aunque actualmente es de uso común en países desarrollados.

“El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando”²

De la definición anterior podemos decir que el estudio del trabajo es una herramienta que sirve para examinar la manera en que se está realizando una determinada operación, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de los recursos y fijar el tiempo normal para la realización de esa operación.

El estudio del trabajo como herramienta ayuda en el logro de los siguientes objetivos:

- Mejorar la eficiencia de los métodos de trabajo y así aumentar la productividad
- Obtener la máxima utilización de plantas y equipos de construcción que han requerido altas inversiones de capital
- Mejorar la utilización de los materiales, reduciendo las pérdidas en obra y mejorando los métodos de distribución y manipulación de los mismos



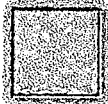


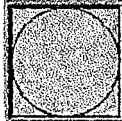
Dentro las posibles preocupaciones del estudio del trabajo en las obras de la industria de la construcción podemos mencionar:

- Uso adecuado del recurso humano
- Mejor utilización y mantención posible de los equipos
- Transporte y distribución eficiente de los materiales

² OIT, Introducción al Estudio del Trabajo, Pág. 9

Los símbolos empleados en los diagramas del estudio del trabajo³. Se muestran en la tabla 6.2

Tabla 6.2

Actividad / Definición	Símbolo
<p>Operación.- Indica las principales fases de un proceso, método o procedimiento. Generalmente se producen cambios durante la operación.</p> <p>Ejemplos: Excavación de zanjas, vibrado del concreto, encofrado de una alcantarilla, etc.</p>	
<p>Transporte.- Indica el movimiento de los obreros, materiales y equipo de un lugar a otro.</p> <p>Ejemplos: Transporte de desmonte en camiones hacia los botaderos, mover ladrillos a mano, transporte del concreto en carretilla hacia una cimentación desde la mezcladora, descarga de bolsas de cemento de un camión hasta el lugar de almacenamiento.</p>	
<p>Inspección.- Indica el control de la calidad y/o verificación de la calidad.</p> <p>Ejemplos: Revisar los ladrillos que están llegando a obra, verificar la cantidad de varillas de hacer que llega a obra, verificar la altura de una zanja, etc.</p>	
<p>Demora.- Indica una demora no prevista en el desarrollo de los hechos, generalmente temporal. Ocurre producto de una secuencia inadecuada.</p> <p>Ejemplos: Obreros en espera de materiales y/o herramientas</p>	
<p>Almacenamiento.- Almacenamiento planificado y autorizado, que es controlado.</p> <p>Ejemplos: Almacén de herramientas, bancos de almacenaje entre las máquinas.</p>	
<p>Actividad combinada.- Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.</p> <p>Ejemplos: Vaciado de una viga (transporte y operación)</p>	

³ OIT, Introducción al Estudio del Trabajo, Pág. 84

Los pasos del estudio del trabajo son los siguientes

- 1) **Seleccionar** la operación o proceso que se ha de estudiar
- 2) **Registrar** o recolectar todos los datos relevantes acerca de la operación o proceso, utilizando las técnicas apropiadas.
- 3) **Examinar** los hechos registrados de una manera crítica
- 4) **Generar** o establecer alternativas de mejoramiento del método estudiado
- 5) **Seleccionar** la mejor alternativa
- 6) **Definir** un plan de acción para implantar el nuevo método o las modificaciones propuestas
- 7) **Seguir y controlar** al método implantado

El estudio del trabajo es una herramienta que consta de 2 técnicas fundamentales y son las siguientes: estudio de métodos y la medición del trabajo. Estas técnicas su vez constan de otras técnicas muy particulares de cada método.

La Organización Internacional del Trabajo define a las técnicas del estudio del trabajo de la siguiente manera:

“El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar las actividades, con el fin de efectuar las mejoras”

“La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida”

En esta investigación sobre la constructibilidad de operaciones de campo sólo se utilizó la técnica de estudio de métodos que a su vez debe ser la predecesora de la medición de tiempos. Pero se pone a disposición del lector las dos definiciones para una posible futura investigación.

ESTUDIO DE METODOS

Esta técnica también conocida como ingeniería de métodos, actualmente es usada ampliamente por la industria manufacturera. En esta investigación se usará en la industria de la construcción.

Las etapas del estudio de métodos son las mismas etapas del estudio del trabajo.

Seleccionar: La primera etapa del estudio de métodos es definir la operación que se desea estudiar y seleccionar las áreas o aspectos que ofrecen mayores posibilidades de mejoramiento

Registrar: Recolectar todos los datos relevantes acerca de los procesos que componen la operación, este registro se puede hacer por observación directa de los hechos relevantes de la operación o por otras fuentes para recolectar datos adicionales.

Examinar: Se deben examinar los distintos aspectos la operación o método en estudio.

El desarrollo de esta etapa y de las siguientes: generar, seleccionar, desarrollar, es muy útil la técnica del interrogatorio resumida en la tabla 6.3

Tabla 6.3

	ANTECEDENTES	INFORMACIÓN	ALTERNATIVAS	PROPOSICIONES
PROPOSITO	¿Qué se está haciendo?	¿Es necesario? ¿Por qué?	¿Cuál es la alternativa?	¿Qué debe hacerse?
LUGAR	¿Dónde se lleva a cabo?	¿Por qué se hace en ese lugar?	¿En que otro lugar?	¿Dónde se debe hacer?
SECUENCIA	¿Cuándo se realiza?	¿Por qué se hace en ese momento?	¿Cuándo podría hacerse?	¿Cuándo debería hacerse?
PERSONAS	¿Quién lo hace?	¿Por qué esas personas?	¿Quién otro lo puede ejecutar?	¿Quiénes deben hacerlo?
MEDIOS	¿Cómo se está haciendo?	¿Por qué se hace de ese modo?	¿Qué otro modo posible?	¿Cómo se debe ejecutar?

* Adaptado de OIT, Introducción al Estudio del Trabajo

La técnica del interrogatorio es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas. Por ejemplo en el caso del propósito el orden sería: ¿Qué se está haciendo?, ¿Por qué?, ¿Cuál es la alternativa?, ¿Qué debe hacerse?

Seguir y controlar: esta etapa es la que se encarga del seguimiento y control del método implantado

Para una mejor comprensión del estudio de métodos durante su estudio, se usan varias técnicas tales como:

- Diagramas de proceso
- Diagramas de recorrido
- Diagramas de montaje, etc.

Diagrama de Proceso

También es conocido como cursograma del proceso dependiendo de la forma de presentación. El diagrama del proceso es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante los símbolos del estudio del trabajo de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. El diagrama del proceso presenta dos 2 clasificaciones:

Diagrama sinóptico: que representa un cuadro general de cómo suceden tan solo las principales operaciones e inspecciones. En este diagrama solo se utilizan los símbolos correspondientes a "operación" y a "inspección"

Diagrama analítico: muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a un examen mediante el símbolo que corresponda.

Para nuestro caso del proceso constructivo alcantarillas TMC Φ 36", tenemos las siguientes operaciones e inspecciones que serán representadas en un diagrama sinóptico del proceso:

OPERACIONES EN EL EJE

Operación 1: Trazo y replanteo de la alcantarilla en su respectiva progresiva

Operación 2: Excavación masiva de la zanja

Inspección 1: Verificación de la excavación y nivel de la cimentación

Operación 3: Preparación de la superficie de fundación de la alcantarilla

Inspección 2: Verificación de niveles y uniformidad de la superficie de fundación

Operación 4: Conformación de la cama de asiento con material granular

Inspección 3: Verificación de niveles y uniformidad de la cama de asiento

Operación 5: Colocación del tubo de la alcantarilla TMC

Inspección 4: Control de niveles de fondo de tubería, alineamiento y orientación

Operación 6: Relleno compactado, tanto en la parte lateral como en la parte superior del tubo

Inspección 5: Control del relleno compactado hasta el nivel de subrasante mediante ensayos de densidad de campo

Operación 17: Relleno estructural de la parte posterior de las alas del cabezal

OPERACIONES EN LOS CABEZALES

Operación 7: Trazo y replanteo de cabezales

Inspección 6: Verificación de las formas del cabezal

Operación 8: Excavación de zapatas

Inspección 7: Verificación de formas y niveles

Operación 9: Vaciado y vibrado del concreto en las zapatas

Inspección 8: Control de la resistencia del concreto mediante la toma de muestras para la rotura de probetas cilíndricas a los 7 y 28 días

Operación 10: curado del concreto de la zapata

Operación 11: Trazo y replanteo de elementos de elevación

Inspección 9: Verificación de las formas de los elementos de elevación

Operación 12: Encofrado de las formas de elevación

Inspección 10: Verificación de las formas: verticalidad, ángulos, distancias, etc.

Operación 13: Vaciado de concreto en las formas

Inspección 11: Control de la resistencia del concreto mediante la toma de muestras para la rotura de probetas cilíndricas a los 7 y 28 días

Operación 14: Curado

Operación 15: Desencofrado de las formas

Operación 16: Acabado de las formas

Inspección 12: Verificación final de los cabezales

OPERACIONES EN LOS EMBOQUILLADOS

Operación 18: Trazo y replanteo del emboquillado

Inspección 13: Verificación de la forma del emboquillado

Operación 19: Excavación del emboquillado

Inspección 14: Verificación de niveles y forma del emboquillado

Operación 20: Encofrado del emboquillado

Inspección 15: Verificación del encofrado del emboquillado

Operación 21: Colocación del empedrado del emboquillado (Concreto $f_c = 140$ Kg/cm² y Piedra)

Operación 22: Curado del emboquillado

Operación 23: Desencofrado de las formas

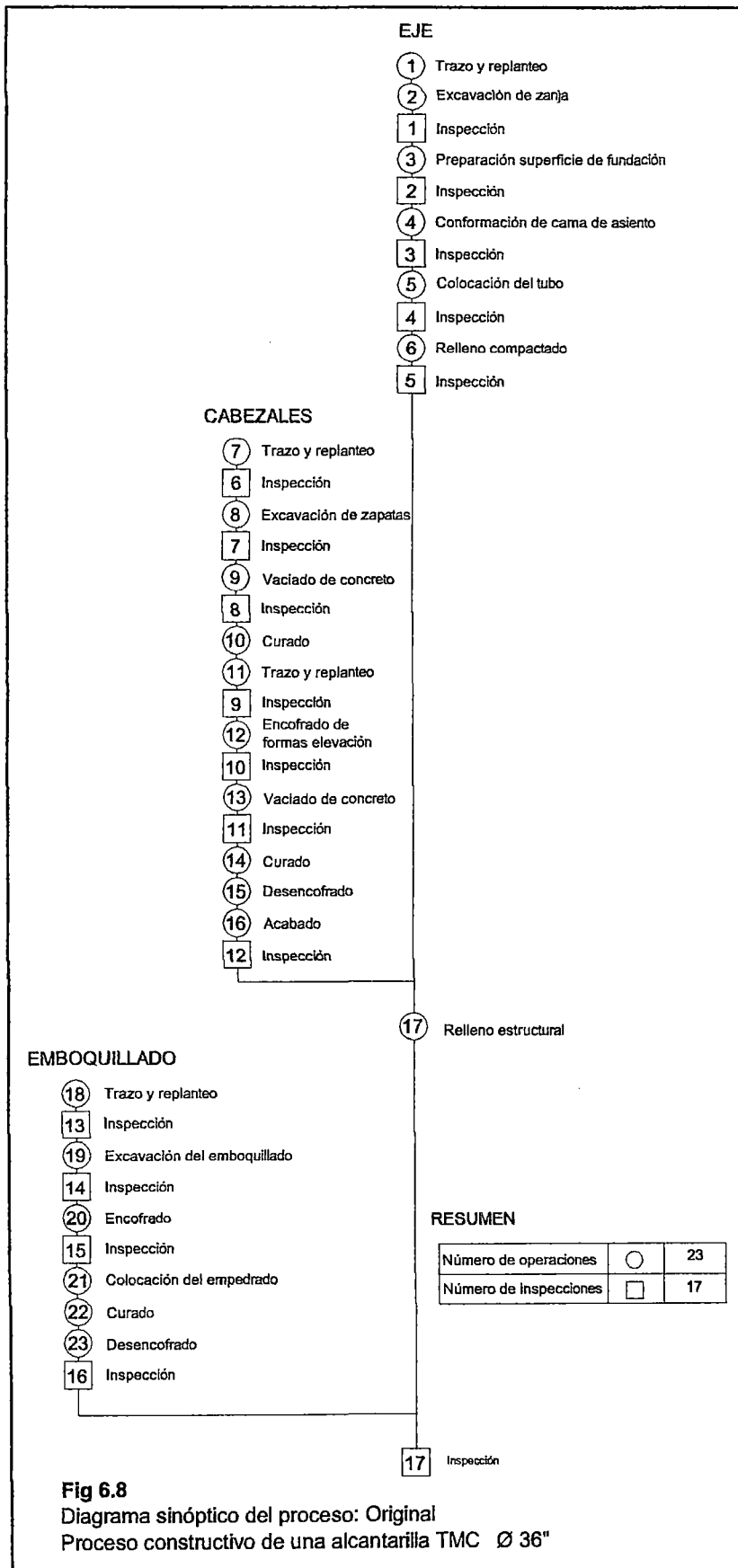
Inspección 16: Verificación final del emboquillado

Según la definición de constructibilidad de operaciones de campo se aumenta la constructibilidad usando métodos innovadores para ello hacemos el siguiente análisis.

Esta definición involucra diversos aspectos, pero en este caso tomaremos especial énfasis en una mejor ordenación de la secuencia de campo

N° de operaciones:	23
N° de inspecciones:	17

Este número de operaciones e inspecciones se muestra en la figura 6.8, en el diagrama sinóptico del proceso.



Seguidamente realizamos un análisis de todas las operaciones e inspecciones del diagrama sinóptico. Las operaciones mencionadas anteriormente no se pueden eliminar del proceso constructivo de una alcantarilla TMC Φ 36", pero lo que se pueden disminuir son las inspecciones a un número menor. Para ello usamos la técnica del interrogatorio mostrada en la tabla 6.3.

Inspección 1: Verificación de la excavación y nivel de la cimentación, no se puede eliminar debido a que se debe controlar la excavación y nivel de la cimentación para poder finalizar la operación de excavación.

Inspección 2: Verificación de niveles y uniformidad de la superficie de fundación. No se puede eliminar pues se deben controlar los niveles y la uniformidad de esta.

Inspección 3: Verificación de niveles y uniformidad de la cama de asiento. Esta inspección puede ser eliminada pues si se hizo un adecuado control en las dos anteriores, no es necesario realizar el mismo procedimiento ya que la cama de asiento tiene un espesor determinado y esta sobre una superficie totalmente uniforme y el control de su espesor es sumamente sencillo.

Inspección 4: Control de niveles de fondo de tubería, alineamiento y orientación. No se puede eliminar pues es imprescindible controlar el alineamiento y la orientación.

Inspección 5: Control del relleno compactado hasta el nivel de subrasante mediante ensayos de densidad de campo. No se puede eliminar pues se deben realizar los ensayos para garantizar el grado de compactación.

Inspección 6: Verificación de las formas del cabezal. Esta inspección se puede eliminar pues las formas del cabezal se pueden controlar después de la excavación.

Inspección 7: Verificación de formas y niveles. Esta inspección no se puede eliminar, pues se deben verificar las formas y niveles de la excavación de la zapata del cabezal así como su respectiva orientación y alineamiento.

Inspección 8: Control de la resistencia del concreto mediante la toma de muestras para la rotura de probetas cilíndricas a los 7 y 28 días. No se puede eliminar pues se debe controlar la resistencia del concreto.

Inspección 9: Verificación de las formas de los elementos de elevación. Esta inspección se puede eliminar pues se puede controlar durante la verificación de las formas del encofrado.

Inspección 10: Verificación de las formas: verticalidad, ángulos, distancias, etc. No se puede eliminar pues se deben controlar las formas de los elementos de elevación (cabezales) y su respectivo encofrado.

Inspección 11: Control de la resistencia del concreto mediante la toma de muestras para la rotura de probetas cilíndricas a los 7 y 28 días. No se puede eliminar pues se debe controlar la resistencia del concreto.

Inspección 12: Verificación final de los cabezales. No se debe eliminar pues se debe dar una inspección final a los cabezales.

Inspección 13: Verificación de la forma del emboquillado. Se puede eliminar, pues se puede verificar la forma después de la excavación.

Inspección 14: Verificación de niveles y forma del emboquillado. No se puede eliminar pues se debe verificar las formas y niveles de la excavación del emboquillado

Inspección 15: Verificación del encofrado del emboquillado. No se puede eliminar.

Inspección 16: Verificación final del emboquillado. No se debe eliminar pues se debe verificar el correcto acabado del emboquillado.

Del análisis anterior se obtiene el siguiente resultado: Diagrama sinóptico propuesto para nuestro estudio de caso y es mostrado en la figura 6.9

N° de operaciones:	23
N° de inspecciones:	13

Este diagrama nos muestra una reducción en el número de inspecciones, este es el primer paso para aumentar la constructibilidad durante las operaciones de campo. Primero se debe mejorar la productividad global y no la productividad local, pues en muchos casos se puede estar mejorando operaciones aisladas (productividad local) que al final, no tiene un impacto significativo en la productividad global.

Luego del análisis del diagrama sinóptico, se procede al análisis de las actividades más importantes, mediante el uso del diagrama analítico. En nuestro caso se analizaron tres actividades, estas actividades fueron seleccionadas principalmente por su alto costo demandado en obra:

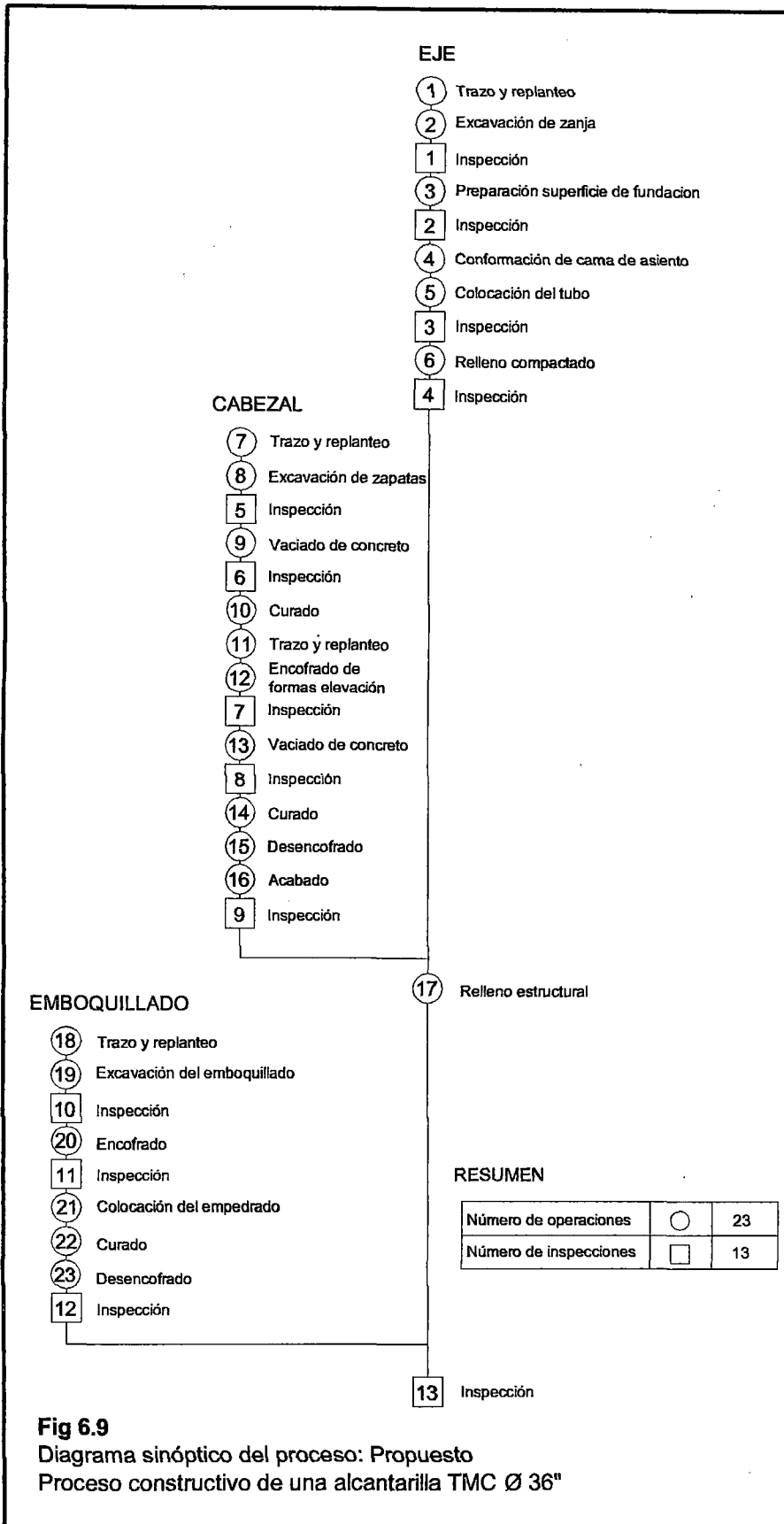


Fig 6.9
 Diagrama sinóptico del proceso: Propuesto
 Proceso constructivo de una alcantarilla TMC Ø 36"

1°. EXCAVACIÓN DE ZANJA DE UNA ALCANTARILLA CON UNA RETROEXCAVADORA

El proceso de esta actividad se representa mediante el cursograma analítico, que a su vez es complementado por el diagrama de recorrido. Esta actividad corresponde a la partida excavación no clasificada para estructuras.

Nota: El nombre de cursograma debido a otra forma de presentación.

Diagrama de recorrido. Representación gráfica mediante un plano de distribución de todas las áreas sobre la cual se realiza un proceso, en donde se trazan líneas de flujo que indiquen el movimiento de un material, operario, equipo de una posición a otra. Se grafican todas las actividades anotadas en el cursograma sinóptico del proceso. El diagrama de recorrido puede ser representado a escala para una mejor visualización.

El proceso de excavación es detallado claramente en el cursograma y complementado con el diagrama de recorrido, esto se muestra en las figuras 6.10 y 6.11

Nº de operaciones	:	8
Nº de transportes	:	5
Nº de esperas	:	6
Nº de inspecciones	:	3
Nº de almacenamientos	:	0
Distancia	:	37m

Analizando los diagramas anteriores se puede apreciar que la retroexcavadora tiene muchos tiempos muertos, es decir, gasta horas maquinas (HM) sin realizar ninguna actividad, originando una pobre productividad de este recurso

Con la finalidad de optimizar el uso de la retroexcavadora, es decir usar este recurso de una manera adecuada y reducir el número de horas maquina se propuso un nuevo método obtenido mediante un análisis sistemático y progresivo de la técnica del interrogatorio.

Producto de la aplicación de la técnica del interrogatorio se obtuvo el siguiente resultado: un nuevo método propuesto, representado en los siguientes diagramas mostrados en las figuras 6.12 y 6.13.

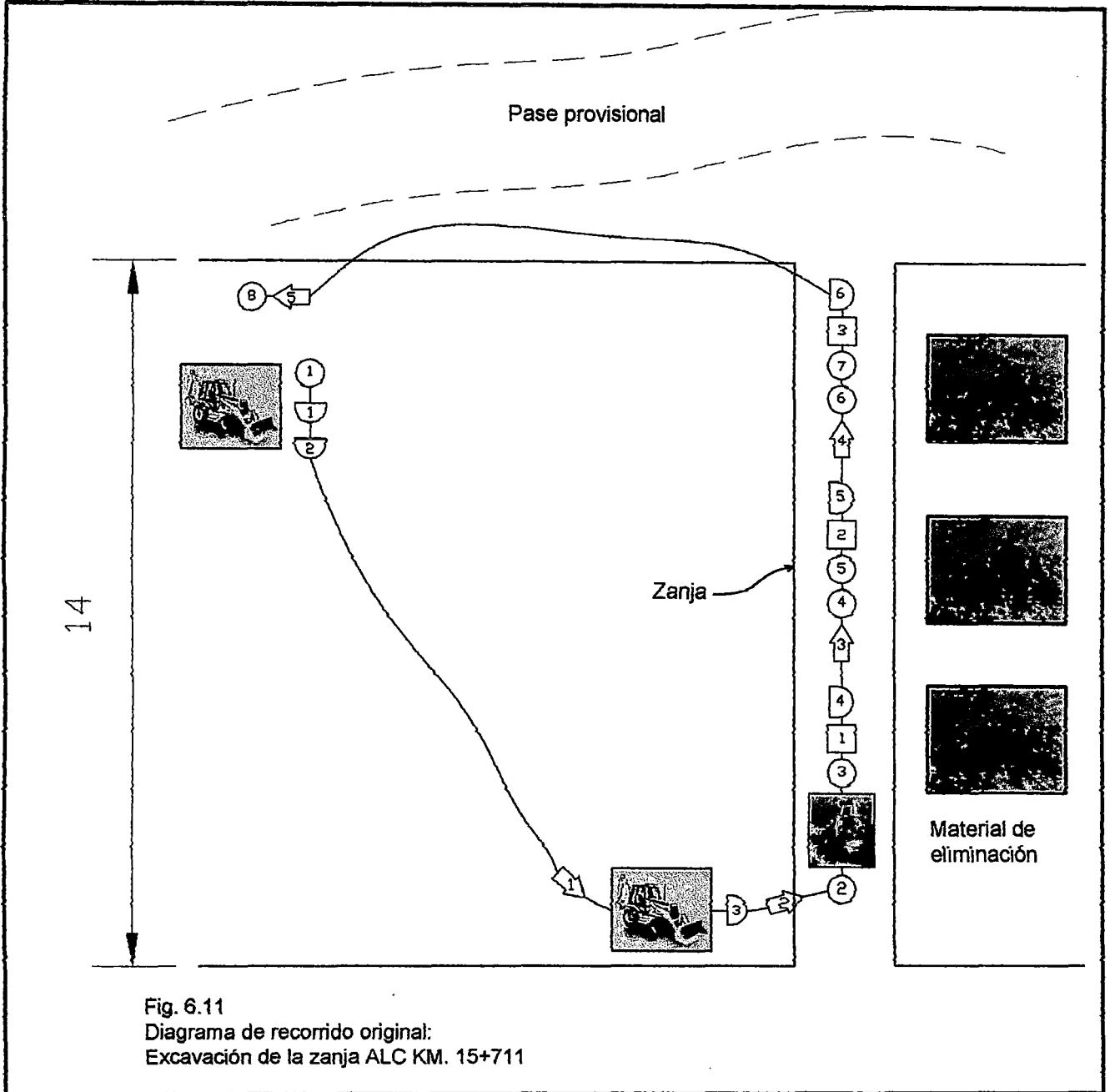
Nº de operaciones	:	8
Nº de transportes	:	4
Nº de esperas	:	2
Nº de inspecciones	:	3
Nº de almacenamientos	:	0
Distancia	:	24m

De la comparación del método original con el propuesto tenemos:

Porcentaje de reducción de actividades $(5/22) = 23\%$

En los diagramas propuestos se puede apreciar claramente las mejoras referidas principalmente a la reducción del número de esperas para continuar con la excavación, así mismo se redujo la distancia de recorrido de la retroexcavadora hacia el lugar de excavación. Estas mejoras originaron una reducción del número de HM (horas maquinas), disminuyendo por lo tanto el costo de excavación.

La reducción de HM se estimó en un 5.1%, lo cual representa un ahorro de costo de un 4.3%. El cálculo se muestra en el anexo 07.



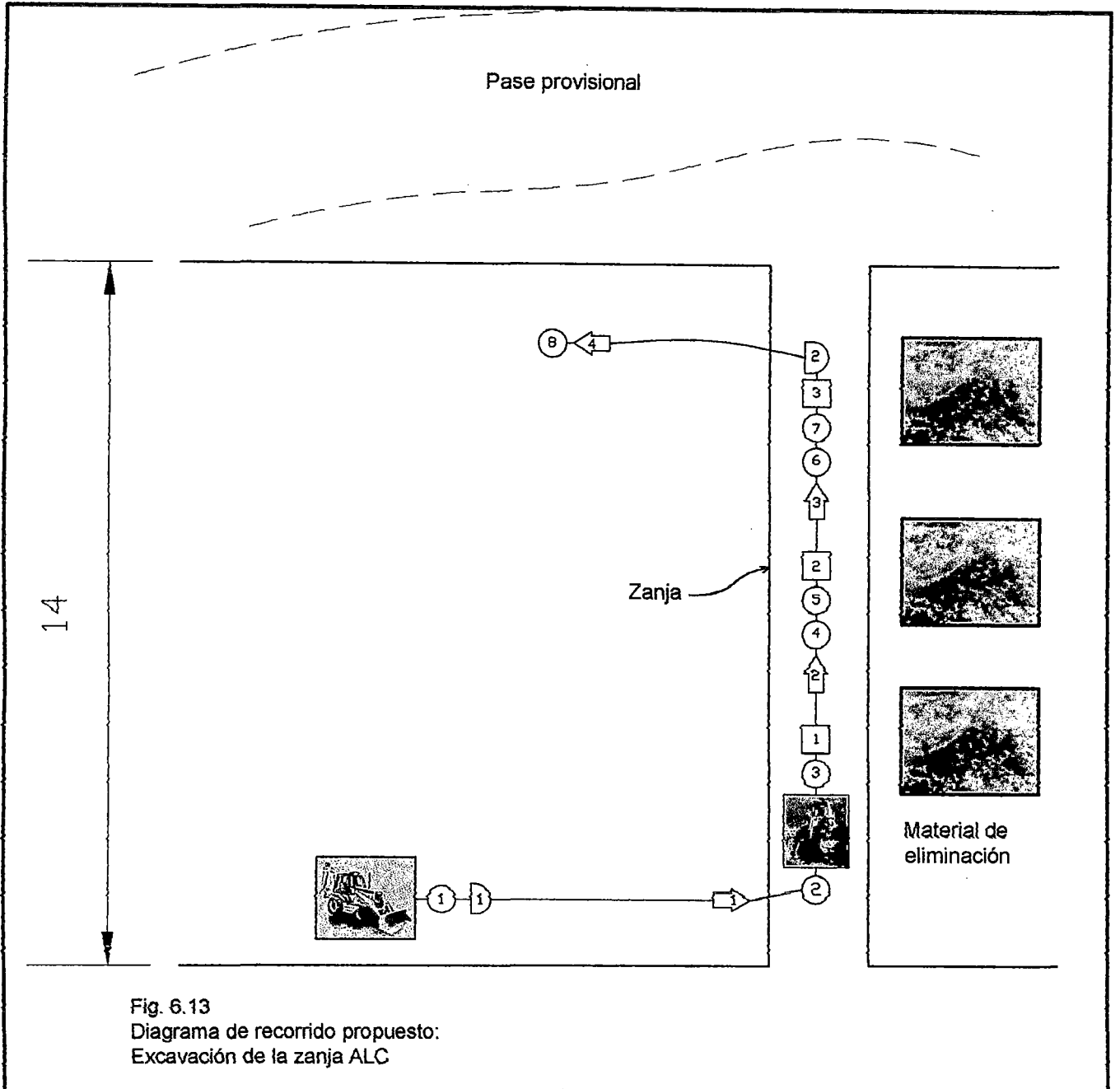


Fig. 6.13
Diagrama de recorrido propuesto:
Excavación de la zanja ALC

2°. ARMADO Y COLOCACIÓN DEL TUBO DE LA ALCANTARILLA

De modo similar el proceso de esta actividad se representa mediante el cursograma analítico y el diagrama de recorrido.

La descripción de armado y colocación del tubo de la alcantarilla se detalló anteriormente durante la etapa del proceso constructivo de una alcantarilla TMC Φ 36".

El proceso de armado y colocación del tubo del eje de la alcantarilla se inicia cargando las planchas de acero corrugado y sus accesorios ubicados en el Km. 8 a la tolva del camión para transportarlos a la zona de trabajo, donde se descargan dichas piezas en un lugar cercano a la alcantarilla, se verifica la cantidad de planchas con sus respectivos accesorios. Posteriormente el personal se encarga de ensamblar las planchas con sus pernos formando así el tubo de la alcantarilla, luego el tubo es amarrado por un cable a la cuchara de la retroexcavadora para ser transportado a la zanja donde es acomodado sobre la cama de asiento. Una vez colocado el tubo se verifican los niveles de fondo de tubería, teniendo una conformidad de estos niveles se procede a soltar el cable que amarra al tubo con la retroexcavadora. Finalmente se realiza una inspección final.

El proceso descrito anteriormente es representado por los símbolos del estudio del trabajo en el cursograma donde se muestra todas las actividades ocurridas a lo largo de este proceso. Este cursograma es complementado con el diagrama de recorrido, esto se muestra en las figuras 6.14 y 6.15

N° de operaciones	:	6
N° de transportes	:	2
N° de esperas	:	5
N° de inspecciones	:	4
N° de almacenamientos	:	1
Distancia	:	7731m

Analizando los diagramas anteriores se puede apreciar que existe numerosas esperas que no tienen justificación de serlo, producidas principalmente debido a la ausencia de personal durante la descarga, durante el armado del tubo, durante la búsqueda de un cable para amarrar el tubo con la retroexcavadora, durante la espera de la retroexcavadora para trasladar el tubo a la zanja.

Con la finalidad de optimizar el tiempo de armado y colocación del tubo de la alcantarilla y de disponer de personal a una hora y ubicación adecuada evitando así las posibles demoras entre las actividades, se propuso un nuevo método como el resultado de la aplicación de la técnica del interrogatorio obteniéndose los siguientes diagramas mostrados en las figuras 6.16 y 6.17.

N° de operaciones	:	6
N° de transportes	:	2
N° de esperas	:	1
N° de inspecciones	:	4
N° de almacenamientos	:	1
Distancia	:	7721m

En los diagramas anteriores se puede apreciar claramente las mejoras debido a la comparación hecha entre el método actual y el propuesto, estas mejoras principalmente son reducción de esperas y la reducción de la distancia de recorrido del material. De la comparación del método original con el propuesto tenemos:

Porcentaje de reducción de actividades $(4/18) = 22\%$.

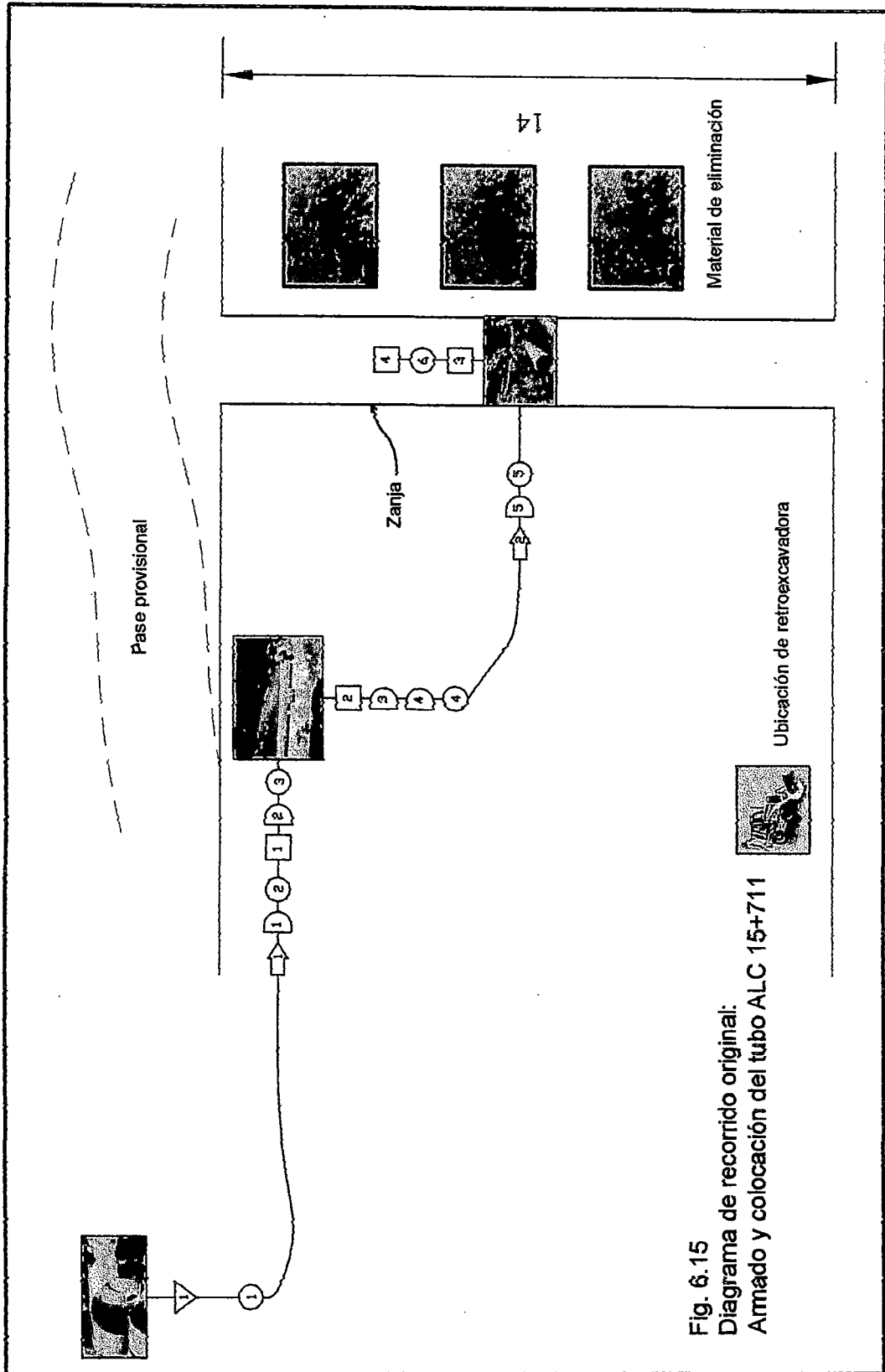


Fig. 6.15
Diagrama de recorrido original.
Armado y colocación del tubo ALC 15+711

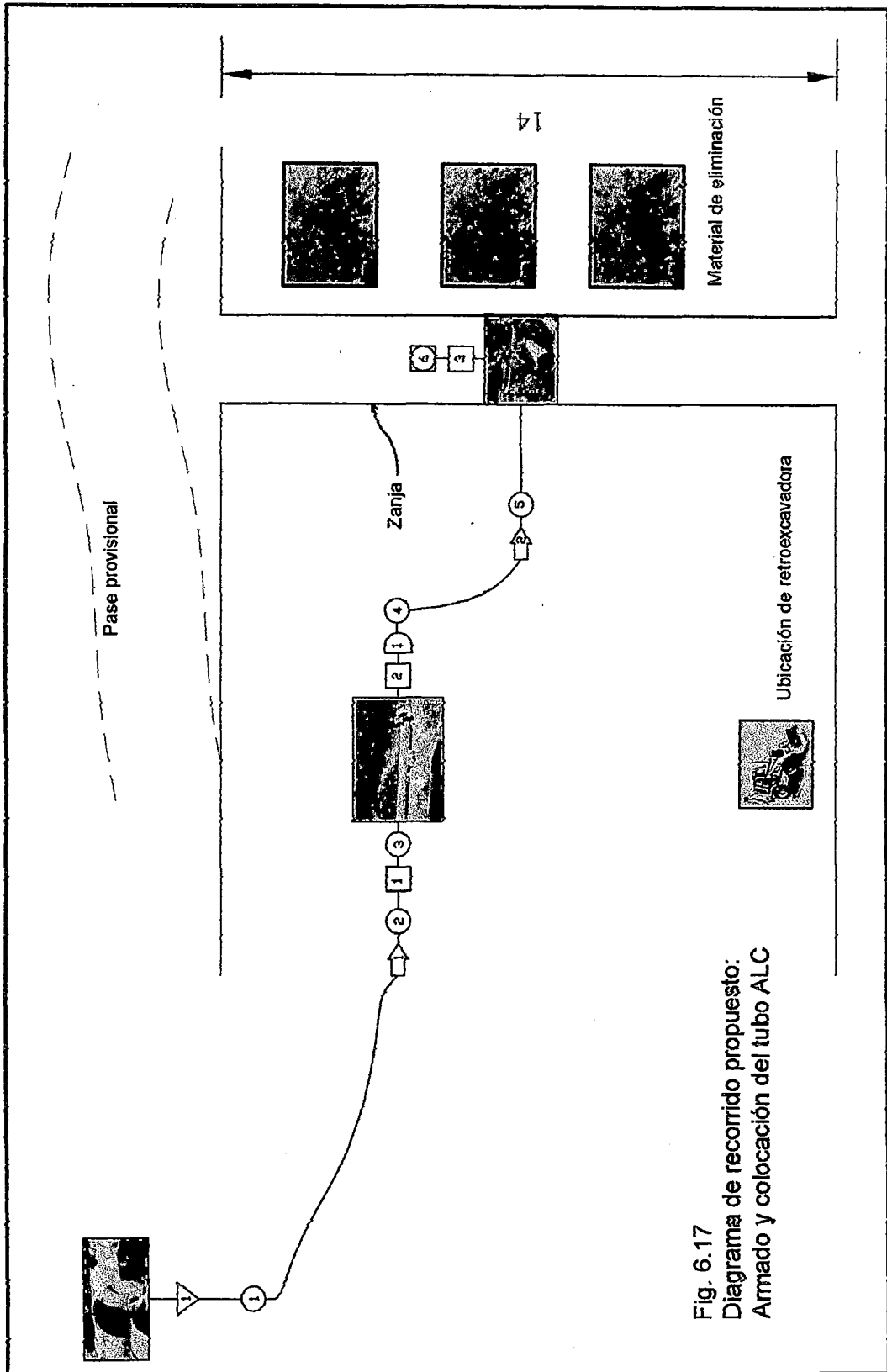


Fig. 6.17
Diagrama de recorrido propuesto:
Armado y colocación del tubo ALC

3°. PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE LA ZAPATA DE UN CABEZAL DE LA ALCANTARILLA

La representación del proceso de esta actividad se representa mediante el cursograma analítico y un diagrama de montaje, se uso el diagrama de montaje debido a que este proceso tiene numerosos materiales (cemento, arena, piedra chancada y agua), que se montan uno tras otro para formar el concreto. Esta actividad corresponde a la partida Concreto $f_c=140\text{kg/cm}^2 + 30\%PG$.

Nota: Diagrama de Montaje.- es un tipo especial de diagrama del proceso, que nos permite estudiar en forma global las fases que atraviesan los diversos materiales que conforman un producto. Como por ejemplo el concreto, una cimentación, una columna.

La representación de este proceso se detalla claramente en los diagramas mostrados en las figuras 6.18 y 6.19

Nº de operaciones	:	21
Nº de transportes	:	10
Nº de esperas	:	12
Nº de inspecciones	:	5
Nº de almacenamientos	:	1
Distancia	:	1033m

Analizando los diagramas anteriores se propone las siguientes mejoras: disminución del recorrido de arena, piedra y cemento así como una reducción en el número de esperas que no tienen justificación. Un cálculo sencillo de la mejora es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Vol. típico de zapata} &= (4.26/2) = 2.13\text{m}^3 \\ \text{Vol. de mezcladora} &= 11\text{p}3 \quad \Leftrightarrow \quad 0.31\text{m}^3 \\ \text{(1 Tanda)} & \longrightarrow \end{aligned}$$

$$N \text{ de veces que se repite el circuito} = 2.13/0.31 = 7 \text{ veces aprox.}$$

Es decir para llenar toda la zapata se requieren 7 tandas utilizando una mezcladora de 11p3. Con la finalidad de optimizar el método se aplicó la técnica del interrogatorio obteniéndose los siguientes diagramas mostrados en las figuras 6.20 y 6.21

Nº de operaciones	:	19
Nº de transportes	:	7
Nº de esperas	:	8
Nº de inspecciones	:	5
Nº de almacenamientos	:	1
Distancia	:	1009m

Porcentaje de reducción de actividades $(9/49) = 18\%$. En los diagramas anteriores se puede apreciar claramente la reducción de la distancia que tienen que recorrer los obreros para un ciclo (1 tanda) es de 24m.

Ahora entonces el ahorro para llenar toda la zapata sería: $24 \times 7 = 168\text{m}$
 Como existen 2 zapatas (a la entrada y salida del tubo), el nuevo ahorro sería:

Ahorro Total en las zapatas = $168 \times 2 = 336\text{m}$.

Esto constituye un ahorro significativo estimado en un 2.6% del concreto $f_c=140\text{kg/cm}^2+30\%PG$ de las zapatas de los cabezales, su calculo se muestra en el anexo 07. Este ahorro originado principalmente por el menor recorrido por parte de los obreros de la obra. Se deja abierta la posibilidad para futuras investigaciones sobre las demás actividades de las obras de arte.

Fig. 6.18
**CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL MONTAJE BASADO EN MATERIALES
 PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE UNA ZAPATA**

CURSOGRAMA ANALÍTICO:		MATERIALES					
Diagrama N°	5 Hoja N°	1	Resumen				
Objeto	Cemento, agregados, agua		Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Actividad:	Preparación y vaciado de concreto $f_c=140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PG.}$ de una zapata del cabezal de una alcantarilla		Operación	21			
Método:	Actual		Transporte	10			
Lugar:	Progresiva KM 8+963		Espera	12			
Operario(s):			Inspección	5			
Compuesto por:	HLLC Fecha: Julio 2004		Almacenamiento	1			
			Distancia (m)	1033			
			Tiempo (min. Hombre)	-			
			Costo:				
			Mano de obra	-			
			Material	-			
			Total	-			
Descripción	Cant.	Dist. (m)	Tiempo (min.)	Símbolo		Observaciones	
ARENA							
1 Inspección						Antes de descarga del volquete	
1 Descarga del volquete							
1 Almacenada cerca de la alcantarilla							
2 Carguo de arena a la carretilla							
1 Transporte de arena cerca de la mezcladora		15				Se transporta en carretillas	
2 Almacenada a un costado de la mezcladora							
3 Carguo de arena a la lata						Se transporta en latas	
2 Traslado de la arena a tolva de la mezcladora							
3 Espera antes de vaciar							
4 Vaciado de arena en la tolva							
PIEDRA CHANCADA							
2 Inspección						Antes de descarga del volquete	
5 Descarga del volquete							
4 Almacenada cerca de la alcantarilla							
6 Carguo de la piedra a la carretilla							
3 Transporte de piedra cerca de la mezcladora		15				Se transporta en carretillas	
5 Almacenada a un costado de la mezcladora							
7 Carguo de la piedra a la lata						Se transporta en latas	
4 Traslado de la piedra a tolva de la mezcladora							
6 Espera antes de vaciar							
8 Vaciado de la piedra chancada en la tolva						Tolva de la mezcladora	
CEMENTO							
11 En almacén bolsas de cemento						Almacén ubicado en Km. 8	
3 Inspección						Antes de cargar al camión	
9 Se carga el cemento						Se carga manualmente	
5 Transporte de cemento a tolva del camión		10				Por los obreros	
10 Se descarga el cemento en la tolva del camión							
6 Transporte de bolsas de cemento a zona de trabajo		963				Transporte en camión	
7 Espera antes de descarga							
11 Descarga de bolsas del camión						En la zona de trabajo	
8 Espera para ser llevado cerca de la mezcladora							
7 Transporte de bolsas de cemento a mezcladora		15				Por los obreros	
9 Demora para apilar bolsas						En un costado de la mezcladora	
12 Abrir bolsa de cemento							
10 Espera para colocar el cemento						En la tolva de la mezcladora	
8 Traslado de cemento a la tolva						Por el obrero	
13 Vaciado del cemento en la tolva							
AGUA							
4 Inspección						Antes de descarga del sistema	
14 Descarga del sistema							
11 Almacenada cerca de la mezcladora						Se almacena en cilindros	
15 Se carga el agua en la lata							
9 Traslado del agua a tolva de la mezcladora		5				Se transporta en latas	
12 Espera antes de vaciar							
16 Vaciado del agua en la tolva						Tolva de la mezcladora	
Después de descargar los agregados y el agua:							
17 Mezclado del concreto						En la mezcladora	
18 Descarga del concreto a la carretilla							
10 Traslado del concreto a la zapata		10				Transporte en la carretilla	
19 Vaciado del concreto en la zapata						Descarga de la tolva a la carretilla	
20 Colocación de la piedra						En forma paralela al vaciado	
21 Vibrado e inspección del concreto							
TOTAL		1033		21	10	12	5

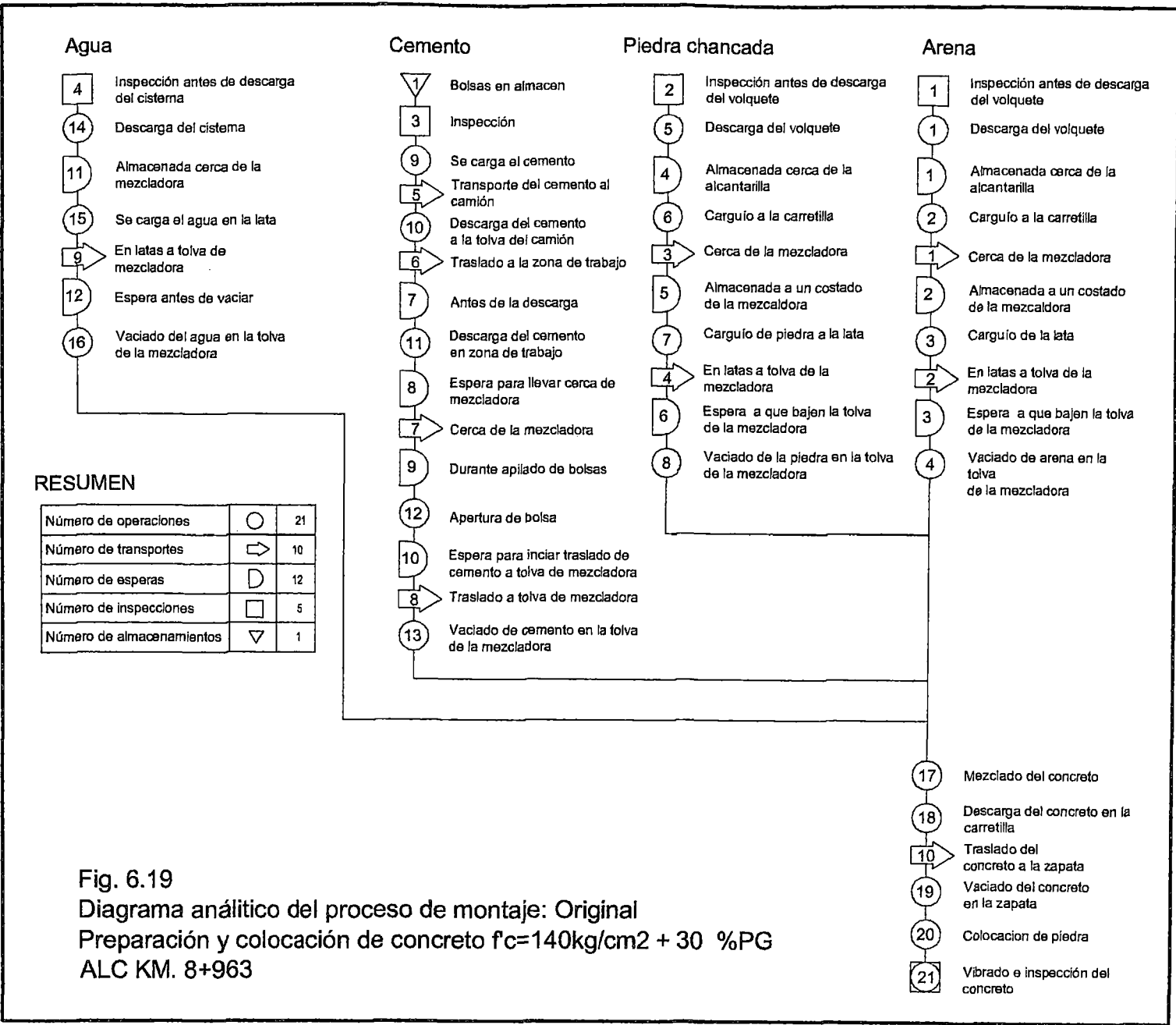


Fig. 6.19
 Diagrama analítico del proceso de montaje: Original
 Preparación y colocación de concreto $f'c=140\text{kg/cm}^2 + 30\% \text{PG}$
 ALC KM. 8+963

Fig. 6.20
CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DEL MONTAJE BASADO EN MATERIALES
PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE UNA ZAPATA

CURSOGRAMA ANALÍTICO:		MATERIALES							
Diagrama N°	6 Hoja N°	1	Resumen						
Objeto	Actividad		Actual	Propuesto	Economía				
Cemento, agregados, agua, piedra grande	Operación	○	21	19	2				
	Transporte	⇒	10	7	3				
Actividad:	Espera	D	12	8	4				
	Inspección	□	5	5	0				
Preparación y vaciado de concreto f'c=140 kg/cm2 + 30% P.G. de una zapata del cabezal de una alcantarilla	Almacenamiento	▣	1	1	0				
	Método: Propuesto	Distancia (m)	1033	1009	24				
Lugar: ALC	Tiempo (min. Hombre)		-	-	-				
Operario(s):	Costo:		-	-	-				
	Mano de obra		-	-	-				
	Material		-	-	-				
Compuesto por: HLLC	Fecha: Julio 2004	Total	-	-	-				
Descripción	Cant.	Dist. (m)	Tiempo (min.)	Símbolo	Observaciones				
ARENA									
1 Inspección				○	Antes de descarga del volquete				
1 Descarga del volquete				⇒					
1 Almacenada cerca de la mezcladora				D					
2 Carguio de arena a la lata				□	Operación realizada por un obrero				
1 Traslado de la arena a tolva de la mezcladora		6		⇒	Se traslada en lata				
2 Espera antes de vaciar				D					
3 Vaciado de arena en la tolva				▣	Tolva de la mezcladora				
PIEDRA CHANCADA									
2 Inspección				○	Antes de descarga del volquete				
4 Descarga del volquete				⇒					
3 Almacenada cerca de la mezcladora				D					
5 Carguio de la piedra a la lata				□	Operación realizada por un obrero				
2 Traslado de la piedra a tolva de la mezcladora		8		⇒	Se transporta en latas				
4 Espera antes de vaciar				D					
6 Vaciado de la piedra chancada en la tolva				▣	Tolva de la mezcladora				
CEMENTO									
1 En almacén bolsas de cemento					Almacén ubicado en Km. 8				
3 Inspección				○	Antes de cargar al camión				
7 Se carga el cemento				⇒	Se carga manualmente				
3 Transporte de cemento a tolva del camión		10		⇒	Por los obreros				
8 Descarga el cemento en la tolva del camión				⇒					
4 Transporte de bolsas de cemento a zona de trabajo		970		⇒	Transporte en camión				
9 Descarga de cemento cerca de la mezcladora				⇒					
5 Demora para apilar bolsas				D	En un costado de la mezcladora				
10 Abrir bolsa de cemento				⇒					
6 Espera para colocar el cemento				D					
5 Traslado de cemento a la tolva				⇒	Por el obrero				
11 Vaciado del cemento en la tolva				▣	En la tolva de la mezcladora				
AGUA									
4 Inspección				○	Antes de descarga del sistema				
12 Descarga del sistema				⇒					
7 Almacenada cerca de la mezcladora				D	Se almacena en cilindros				
13 Se carga el agua en la lata				□					
6 Traslado del agua a tolva de la mezcladora		5		⇒	Se transporta en latas				
8 Espera antes de vaciar				D					
14 Vaciado del agua en la tolva				▣	Tolva de la mezcladora				
Después de descargar los agregados y el agua:									
15 Mezclado del concreto					En la mezcladora				
16 Descarga del concreto a la carretilla				⇒					
7 Traslado del concreto a la zapata		10		⇒	Transporte en la carretilla				
17 Vaciado del concreto en la zapata				⇒	Descarga de la tolva a la carretilla				
18 Colocación de la piedra				⇒	En forma paralela al vaciado				
19 Vibrado e inspección del concreto				▣					
TOTAL			1009	19	7	8	5	1	

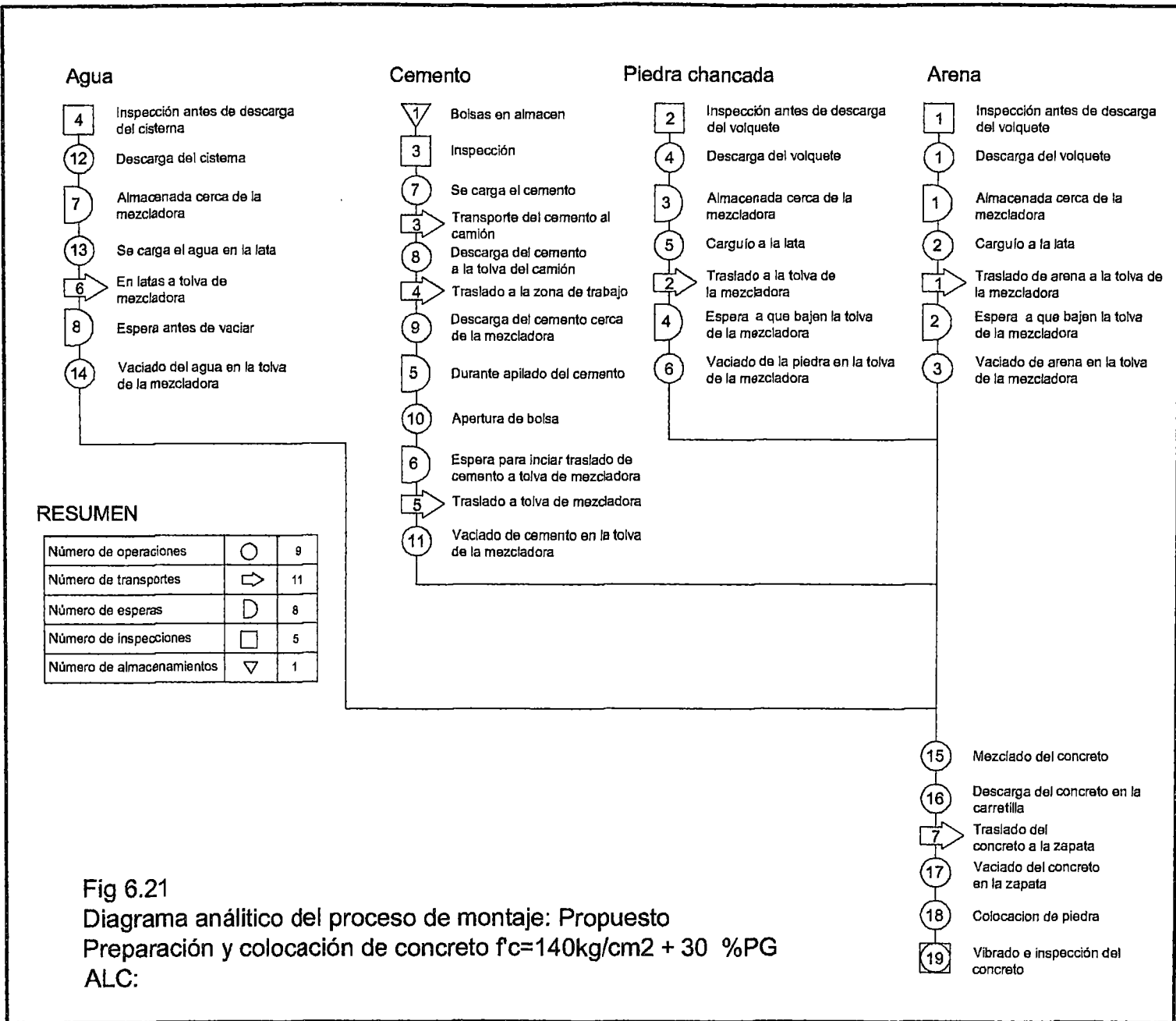


Fig 6.21
 Diagrama analítico del proceso de montaje: Propuesto
 Preparación y colocación de concreto $f'c=140\text{kg/cm}^2 + 30\% \text{PG}$
 ALC:

6.3 Estudio de caso 3

En este último estudio de caso se presenta principalmente un análisis de constructibilidad antes de iniciar las operaciones de campo de un pequeño edificio multifamiliar ubicado en la ciudad de Cajamarca. También se presenta en este caso la incorporación de algunos conceptos de constructibilidad mencionados en el capítulo 4, dichos conceptos son aplicados durante la etapa de diseño.

El análisis de operaciones de campo se realizó durante la etapa de la planificación previa al inicio de las primeras actividades tales como disposición del almacén para tener un fácil acceso a los materiales, herramientas y otros implementos de construcción, también durante la planificación de excavación de zanjas y zapatas y vaciado de la cimentación, entre otros.

Objetivo: *Planificación de las operaciones de campo de las actividades repetitivas durante la fase inicial de la construcción de un pequeño edificio evitando la congestión del personal en obra.*

De manera similar al estudio de caso 2, este documento presenta una descripción de los datos generales del proyecto, seguidamente se hace una breve descripción de lo que involucra el concepto planificación así como las herramientas usadas y finalmente se muestra el análisis de constructibilidad utilizando el estudio del trabajo, con su técnica denominada estudio de métodos.

6.3.1 Constructibilidad durante la construcción de un pequeño edificio

CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El presente proyecto involucra la construcción de un edificio de 3 niveles, desarrollado sobre un área de 250m², ubicado en el Jr. Sauco 103 - Urb. San Roque - Ciudad de Cajamarca.

El proyecto considera la construcción de 3 departamentos ubicados uno por cada nivel, las áreas para el primer, segundo y tercer departamento son respectivamente 165, 160 y 155 m².

El departamento ubicado en el primer nivel es el de mayor comodidad pues cuenta con una espaciosa sala comedor, un pequeño bar, cocina, estudio, 3 dormitorios, 3 baños y una lavandería. Además cuenta con su respectivo cart port y un jardín ubicado en la parte trasera del departamento.

El segundo departamento también de una excelente comodidad cuenta con una espaciosa sala comedor, cocina, estudio, 2 dormitorios, 3 baños y una lavandería. El tercer departamento cuenta con una espaciosa sala comedor, cocina, estudio, 2 dormitorios, 2 baños más un depósito y una lavandería.

El acceso de los tres departamentos es independiente por la entrada principal del edificio. Se consideran acabados de fina calidad para los departamentos. Los planos generales del proyecto se muestran en el anexo 6.

La planificación de las operaciones para aumentar la constructibilidad se realizó durante el mes de diciembre del 2004. La figura 6.22 muestra la ubicación del proyecto descrito anteriormente.

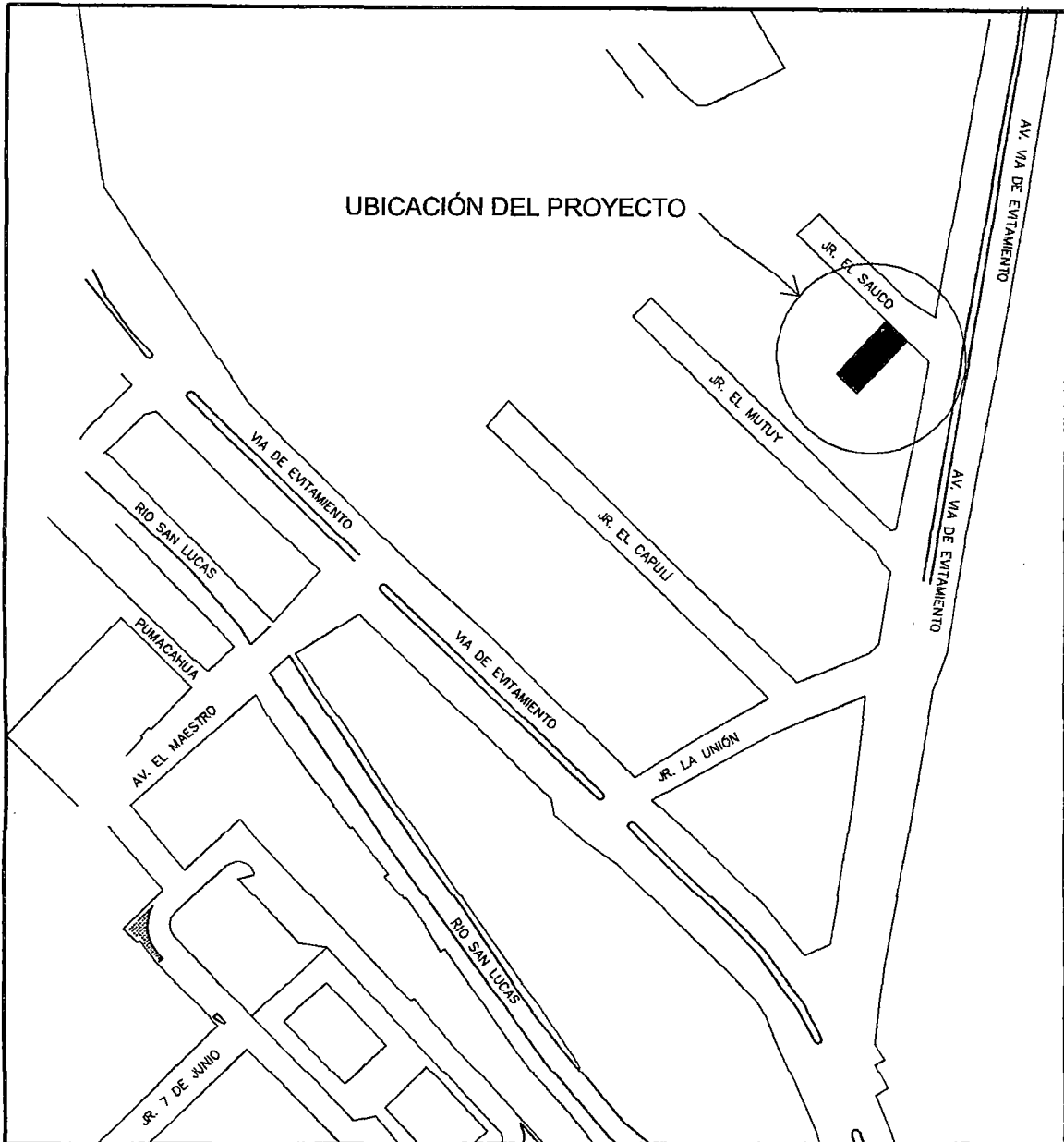


Fig. 6.22 UBICACIÓN DE LA OBRA

CONSTRUCTIBILIDAD DURANTE EL DISEÑO

El autor de la presente tesis se involucro en el proyecto en la etapa del diseño de la distribución del edificio realizada por una arquitecta, de ahí en adelante por indicación del propietario realizó el diseño de los planos de cimentación, estructuras, instalaciones eléctricas y sanitarias.

Cabe mencionar que la constructibilidad tiene una mayor influencia sobre el costo del proyecto en las etapas iniciales como factibilidad y diseño. Por lo que se propuso numerosos cambios a la distribución inicial con la finalidad de abaratar el costo de construcción. Estos cambios principalmente comprendían cambios en la dimensiones de algunos muros para hacerlos portantes pues todos los muros eran de 15cm y la distribución era bastante irregular, para no tener que diseñar vigas estructurales para el sostenimiento del aligerado.

Pero debido a la negativa del propietario y su arquitecta, dichos cambios no se realizaron, solo se realizaron algunos cambios insignificantes en la distribución de la planta, también se convirtió en portante a un muro, pero no se varió en nada la irregularidad del edificio. La principal barrera para la aplicación de la constructibilidad en este proyecto fue la negativa de aceptar sugerencias por los profesionales de diseño y la negativa del propietario de realizar cambios a su construcción.

Como no se pudieron hacer modificaciones a la arquitectura del edificio, durante el proceso de diseño de los demás planos se aplicaron los conceptos de constructibilidad mencionados en el capítulo 4, principalmente los conceptos de planificación, consideración de los enfoques de diseño básico, disposición de instalaciones en el terreno.

Durante el diseño de la cimentación se tuvo en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

Zapatas	:	$f'c = 175 \text{kg/cm}^2$
Cimientos y sobrecimientos	:	$f'c = 100 \text{kg/cm}^2$
Wt (suelo)	:	$Wt = 0.75 \text{kg/cm}^2$
Sobrecarga	:	$S/C = 200 \text{kg/m}^2$

Como se puede apreciar la capacidad portante del terreno de la cimentación es el factor crítico pues es muy bajo, constatando esto mediante una visita a la zona donde se realizará la edificación correspondía a unos terrenos que eran usados principalmente para el cultivo de pastos. Esto encarecía aun más la cimentación por lo que se tuvo que poner algunas zapatas en las columnas que tenían una alta concentración de carga, para ello se tuvo especial cuidado en el diseño de las dimensiones de las zapatas y los cimientos cimentación con la finalidad de no sobredimensionarlas.

En el anexo 6 se muestra el plano de cimentación donde se puede apreciar las dimensiones de las zapatas y cimientos producto de la aplicación de algunos conceptos de constructibilidad.

DESCRIPCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES

La planificación es una herramienta fundamental en la toma de decisiones en la construcción, aunque muchas construcciones se inician sin una verdadera y concienzuda planificación, sino dejan a que el profesional de turno en el campo solucione los problemas que se debieron prever en la etapa de planificación

transformando a la planificación en una serie de cambios aleatorios y sin dirección. El propósito principal de la planificación es lograr el cumplimiento de un objetivo con la mínima interferencia producida por eventos que puedan retrasar o retener su logro. Otra función de la planificación es servir como referencia para el seguimiento y control

Alfredo Serpell define a la planificación de la siguiente manera: "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"

PLANIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES

Con la finalidad aumentar la constructibilidad durante las operaciones de campo se hizo una planificación de algunas actividades antes de iniciar la construcción, utilizando las herramientas aplicadas en el estudio de caso 2: los diagramas de proceso y de recorrido.

1°. DISPOSICIÓN DE ZONA DE TRABAJO

Para la disposición de la zona de trabajo es fundamental tener el almacén cerca del lugar donde se construirá, como la zona donde se ubica la construcción esta casi poblada en su totalidad se tuvo que alquilar el primer piso de una cochera de una construcción contigua a la construcción para utilizarlo como almacén.

La planta de ubicación y disposición del almacén se muestran en la figura 6.23.

Para el inicio de trabajo se dispuso:

Para el trazado de ejes se dispuso un plano con coordenadas debido la forma irregular y caprichosa de la construcción, salvando así esta pequeña dificultad. Una vez trazado los principales ejes se procedió a dar inicio a la excavación de la cimentación.

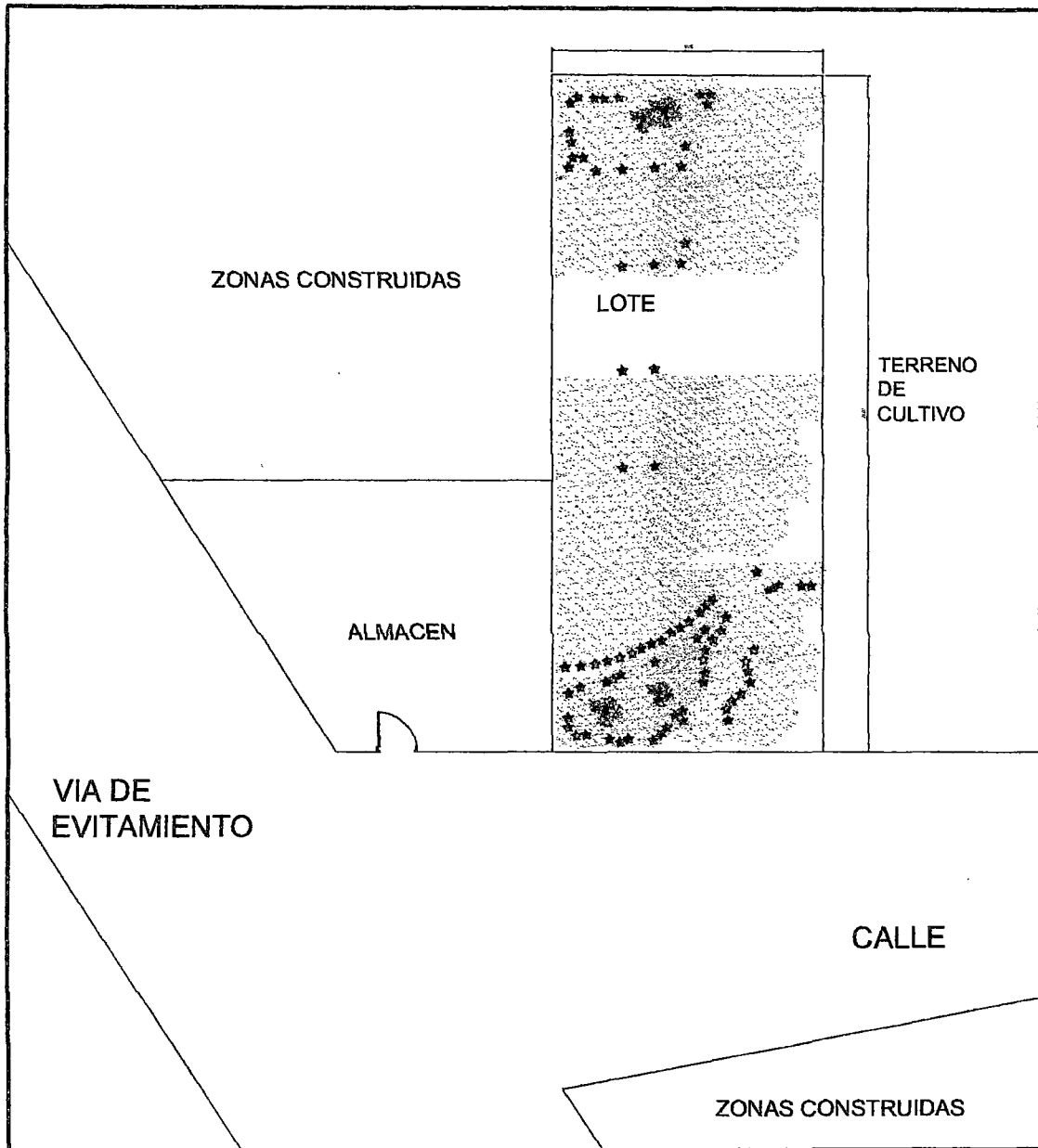


Fig. 6.23 Ubicación y disposición de la zona de trabajo

2°. PLANIFICACIÓN DE LA EXCAVACIÓN Y ELIMINACION DE MATERIAL DE ZANJAS Y ZAPATAS

De un sencillo cálculo del plano de cimentaciones tenemos:

Volumen de excavación= 101.38m³

Considerando un factor de esponjamiento de 25%

Volumen a eliminar = 1.25x101.38 = 126.73m³

Considerando que la eliminación se realizará en forma manual utilizando un boggie de 3pies³ (0.085m³)

Numero de ciclos necesarios = 126.73/0.085 = 1491 ciclos

Como se puede apreciar el numero de ciclos no es pequeño, por lo que se tendrá que disponer de varios boogies para la eliminación a medida que avance la excavación, pero el problema se presenta en la dificultad que se tendría durante su eliminación, debido al congestionamiento y poco espacio en la zona de trabajo para ello se elaboró un plano de la ruta que deberían tomar los obreros durante la eliminación.

El nivel del terreno donde se realizará la construcción es relativamente plano y se encuentra a un mismo nivel con respecto a la calle, por lo que casi todo el material de excavación se tendría que eliminar.

El proceso de excavación se planifica en las siguientes etapas.

Primera etapa: El proceso de excavación se inicia con la excavación en las partes laterales de la edificación, también se considera la excavación de algunos cimientos y zapatas en el interior de tal forma que no afectan la ruta de eliminación. El ancho de la ruta principal se considero un espacio de 2m para no impedir el paso de dos obreros al mismo tiempo.

Excavación: Cuadrilla típica 0.1Cap. + 1Peon, Rend. = 3.5 m³/día
 Se considero 10 cuadrillas

Se dividió la excavación en las siguientes zonas, ver figura 6.24

Tabla 6.4 Zonas de trabajo

ZONA	VOLUMEN EXCAVACIÓN (M3)
V1	8.86
V2	7.68
V3	2.61
V4	4.40
V5	5.89
V6	6.54
V7	7.32
V8	3.30
V9	3.20
V10	10.88
VT1	60.68
DÍAS	2

Tiempo Total programado = 60.68/(10*3.5) = 1.73 <> 2días

Eliminación: Cuadrilla típica 0.1Cap. + 1Peon, Rend. = 6 m3/día
 Se considero 6 cuadrillas

Para la eliminación las cuadrillas se dividieron de la siguiente manera:
 (Ver figura 6.24)

Tabla 6.5 Distribución de cuadrillas para la eliminación

ZONA	VOLUMEN ELIMINACION (M3)	CUADRILLA QUE REALIZA EL TRABAJO	Nº DE CICLOS (V/0.085)	DISTANCIA UN CICLO (Ida y Vuelta) (M)	DIST. TOTAL (KM)
V1	11.08	1	131	53.2	7.0
V2	9.60	2	113	53.2	6.0
V3	3.26	2	39	44.8	1.7
V4	5.50	3	65	44.8	2.9
V5	7.36	4	87	40	3.5
V6	8.17	4	97	37.2	3.6
V7	9.15	5	108	29.8	3.2
V8	4.12	5	49	26	1.3
V9	4.00	3	48	16	0.8
V10	13.61	6 y 3	161	27.6	4.4
VT1	75.85		898	372.6	34.4
DÍAS	2.5				

Tiempo Total programado = $75.85/(6*6) = 2.11 \leftrightarrow 2.5$ días

La duración total de la eliminación de la primera fase debe realizarse en dos días y medio, las cuadrillas tendrán un plazo de dos días y medio para eliminar sus respectivos volúmenes mostrados en la tabla anterior. Así por ejemplo: V1 debe ser eliminado por la cuadrilla 1, V2 y V3 deben ser eliminados por la cuadrilla 2, V5 Y V6 deben ser eliminados por la cuadrilla 4 y así sucesivamente.

La eliminación debe comenzar medio día después del inicio de la excavación.

En la tabla anterior se puede observar que el número total de ciclos para la primera fase de eliminación es 898, pero lo más resaltante es la distancia total que tendrán que recorrer las 6 cuadrillas para cumplir con su objetivo de eliminación corresponde a 34.4Km. Cabe mencionar que la distancia de un ciclo (ida y vuelta) sólo se ha medido desde que el obrero ingresa a la ruta principal de eliminación con la finalidad de facilitar el cálculo y no desde el lugar donde carga el material, por lo que la distancia total debe ser mucho mayor

Todo lo descrito anteriormente se muestra en la figura 6.24

Segunda etapa: Se continúa con el proceso de excavación de la cimentación procediendo a excavar en la parte central. Para el proceso de eliminación se tiene una nueva ruta principal con un ancho igual a la anterior por la cual deberán transitar los obreros para llegar a su zona de trabajo. Se mantiene la misma cuadrilla típica pero se cambia el número de cuadrillas tanto para la excavación como para la eliminación.

Excavación: Cuadrilla típica 0.1Cap. + 1Peon, Rend. = 3.5 m³/día
 Se considero 7 cuadrillas

Se dividió la excavación en las siguientes zonas, ver figura 6.25

Tabla 6.6 Zonas de trabajo

ZONA	VOLUMEN EXCAVACIÓN (M3)
V11	7.77
V12	7.92
V13	7.30
V14	7.93
V15	3.76
VT2	34.68
DÍAS	2

Tiempo Total programado = $34.68 / (7 \times 3.5) = 1.4 <> 2$ días

Eliminación: Cuadrilla típica 0.1Cap. + 1Peon, Rend. = 6 m³/día
 Se considero 5 cuadrillas

Para la eliminación las cuadrillas se dividieron de la siguiente manera:
 (Ver figura 6.25)

Tabla 6.7 Distribución de cuadrillas para la eliminación

ZONA	VOLUMEN ELIMINACIÓN (M3)	CUADRILLA QUE REALIZA EL TRABAJO	Nº DE CICLOS (V/0.085)	DISTANCIA UN CICLO (Ida y Vuelta) (M)	DIST. TOTAL (KM)
V11	9.72	1	115	50.2	5.8
V12	9.90	2	117	41.2	4.8
V13	9.12	3	108	30.80	3.3
V14	9.92	4	117	14	1.6
V15	4.70	5	56	22	1.2
VT2	43.35		513	158.2	16.8
DÍAS	2				

Tiempo Total programado = $43.35 / (5 \times 6) = 1.5 <> 2$ días

La duración total de la eliminación de la segunda fase debe realizarse en un máximo de dos días es decir, todas las cuadrillas tendrán un plazo de dos días para eliminar sus respectivos volúmenes mostrados en la tabla anterior.

El volumen total de excavación VT = 101.38 = VT1 + VT2 + V

Donde: V = Vol. de excavación de la parte frontal de de la edificación (Borde con la vereda de la calle). Este volumen no se excavará en esta planificación para tener una facilidad de acceso a la zona de trabajo. Esta excavación se hará al final de la construcción. VT1 Y VT2 volúmenes de excavación de la etapa 1 y 2 respectivamente.

De manera similar a la tabla 6.5 se puede observar que el número total de ciclos y la distancia total que tendrán que recorrer las 5 cuadrillas. La distancia de un ciclo (ida y vuelta) sólo se ha medido desde que el obrero ingresa a la ruta principal de eliminación con la finalidad de facilitar el cálculo y no desde el lugar donde carga este material, por lo que esta distancia total debe ser mucho mayor

En esta fase se disminuyen el número de cuadrillas tanto en la excavación y en la eliminación con la finalidad de no congestionar el sitio de trabajo, estas cuadrillas pueden desempeñar otra actividad tal como habilitación de acero, cargar el material del botadero al volquete para eliminarlo definitivamente.

Estas dos fases deben tener una duración máxima de 5 días, pues la excavación dura 4 días y la eliminación también 4.5 días con su correspondiente lapso de tiempo para ensamblar las dos fases.

El resultado de la planificación de estas dos etapas se muestra a continuación:

RESULTADO DE LA PLANIFICACIÓN DE EXCAVACIÓN Y ELIMINACIÓN

Actividades	DUR. (Días)	Lunes	Mar	Miér.	Juev.	Vie.	Sáb.
Excavación	4						
Eliminación	4.5						

Todo lo descrito anteriormente se aprecia en una distribución de planta de las cuadrillas de excavación y eliminación mostradas en la figura 6.25, en esta figura también se muestran los pases que se deben colocar en las zonas excavadas en la primera etapa, para tener un tránsito fluido de los obreros, estos pases se harán utilizando tablas. También se incluye la figura 6.26 donde se muestra un posible cursograma de las actividades que desempeña el obrero durante la eliminación.

RESULTADO EN OBRA DE LA PLANIFICACIÓN DE EXCAVACIÓN Y ELIMINACIÓN

Actividades	DUR. (Días)	Lun.	Mar	Miér.	Juev.	Vie.	Sáb.
Excavación	4						
Eliminación	4						

Porcentaje efectividad de planificación respecto a la duración:

Porcentaje de efectividad (planificada/real): = (5/5) = 100%

Durante el proceso de construcción se utilizó la planificación hecha anteriormente, se utilizó el mismo número de cuadrillas, se siguió la secuencia de excavación y eliminación mostrada en las figuras anteriores. Al final el proceso de excavación y eliminación en obra duró 5 días. El cálculo del ahorro de plazo y costo se muestra en el anexo 07.

3°. PLANIFICACIÓN DE COLOCACIÓN DE CONCRETO DE LA CIMENTACIÓN

Del plano de cimentaciones tenemos los siguientes volúmenes:

Volumen de concreto de zapatas $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ = 12.74m³

Volumen de concreto de cimiento $f'c = 100\text{kg/cm}^2 + 30\%PG$ = 44.34M³

ZAPATAS

Previamente antes de iniciar el vaciado del concreto de las zapatas se debe realizar las siguientes actividades: mejorar el terreno con una capa de hormigón compactado de 10cm, las parrillas y columnas deben estar colocadas, aseguradas y levantadas con unos dados de concreto en la parte inferior para asegurar el recubrimiento en sus respectivas zapatas, evitando así cualquier giro o movimiento a la hora del vaciado.

Para este caso en especial debido a que las columnas en su mayoría son de 0.15xd, donde d varía de 0.15, 0.30, 0.35, 0.40, se tendría mucha dificultad durante el parado y alineación de la columna en su eje, así como la dificultad para asegurarla durante la colocación del concreto. Pues una de sus dimensiones es muy pequeña y se doblaría si las columnas se arman con varillas completas. Para solucionar esta dificultad se considero cortar las varillas de acero de acuerdo a la siguiente suposición: el momento mínimo entre el segundo y tercer nivel se da en el punto medio de estos niveles, entonces para hallar la longitud total para cortar la varilla se procede así:

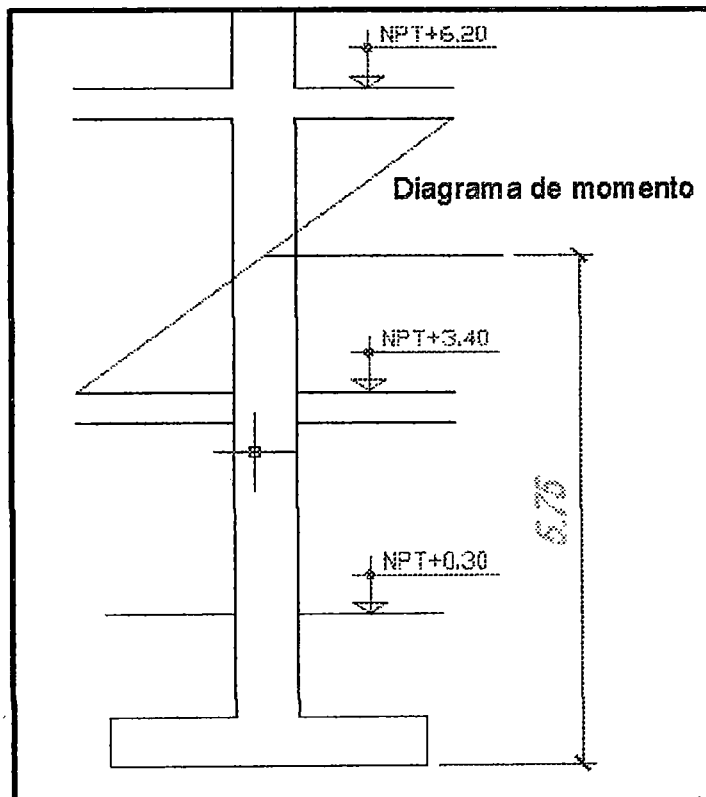
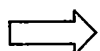


Fig. 6.27 Esquema para el corte de la varilla

$L(\text{corte}) = 5.75 + L(\text{traslape}) + L(\text{gancho de la columna}) = 5.75 + 0.30 + 0.15 = 6.20\text{m}$



$L(\text{corte}) = 6.15\text{m}$

Donde:

L(traslape) : longitud de traslape entre las varillas que se unen para continuar con la altura total de la columna, se considera 0.30m

L (gancho de columna): gancho o "patita" de la columna el que se encuentra en la parrilla de la zapata, se considera 0.15m para cubrir todos los posibles casos

Nota: SE considero cortar el 50% de las columnas de la edificación para estar de acuerdo con el Reglamento Nacional de Construcciones. El análisis anterior se hizo sobre la columna C-29, por tener la mayor concentración de carga.

Primera Etapa. Para la preparación del concreto de la zapata, se considera lo siguiente:

Cuadrilla típica: 0.1Cap+1OP+1OF+4Peon

Con un rendimiento de 12.5m³/día.

Numero de cuadrillas: 1

Materiales: Arena gruesa, Piedra chancada de ½" – ¾", Agua y Cemento Tipo I

Equipos: Herramientas manuales, Mezcladora de concreto 11P3, un Vibrador y 3 boogies de 2pies3 <> 0.057m³.

Para el vaciado de las zapatas las zonas se ubicaron del de la siguiente manera:

Tabla 6.8 Distribución de zonas de trabajo

ZONA	VOLUMEN DEL GRUPO DE ZAPATAS (M3)	CUADRILLA QUE REALIZA EL TRABAJO	Nº DE CICLOS (V/0.057)	DISTANCIA UN CICLO (Ida y Vuelta) (M)	DIST. TOTAL (KM)
V1	1.56	1	28	40	1.1
V2	0.80	1	14	36	0.5
V3	1.61	1	29	28	0.8
V4	1.23	1	22	26	0.6
V5	0.87	1	16	21	0.3
V6	3.64	1	64	15	1.0
VT1	9.70		173	166	4.3
DÍAS	1.0				

Tiempo total programado = 9.70/(12.5) = 0.78 <> 1día

La duración total de la primera etapa debe realizarse como máximo en un día.

En la tabla anterior se puede observar que el número total de ciclos para la primera fase de eliminación es 173, así como la distancia total que tendrán que recorrer los obreros dedicados al transporte del concreto desde la mezcladora hacia la zapata corresponde a 4.3Km. Cabe mencionar que la distancia de un ciclo (ida y vuelta) se ha considerado un promedio desde la mezcladora hasta el mismo lugar de vaciado del concreto. Los boogies utilizados para la colocación del concreto de las zapatas son de 2pies3.

Todo lo descrito anteriormente se muestra en la figura 6.28

Segunda. Para la preparación y colocación del concreto de la zapata, se considera lo siguiente:

Cuadrilla típica: 0.1Cap+1OP+1OF+4Peon
 Con un rendimiento de 12.5m³/día.
 Numero de cuadrillas: 1

Materiales: Arena gruesa, Piedra chancada de ½" – ¾", Agua y Cemento Tipo I

Equipos: Herramientas manuales, Mezcladora de concreto 11P3, un Vibrador y 3 boogies de 2pies³ <> 0.057m³.

Para el vaciado de las zapatas las zonas se ubicaron del de la siguiente manera:

Tabla 6.9 Distribución de zonas de trabajo

ZONA	VOLUMEN DEL GRUPO DE ZAPATAS (M3)	CUADRILLA QUE REALIZA EL TRABAJO	Nº DE CICLOS (V/0.057)	DISTANCIA UN CICLO (Ida y Vuelta) (M)	DIST. TOTAL (KM)
V7	0.80	1	14	35	0.98
V8	1.67	1	30	20	0.56
V9	0.57	1	10	7	0.20
VT1	3.04		54	62	1.74
Horas	2				

Tiempo Total programado = 3.04/(12.5) = 0.23 <> 2 horas

La duración total de la segunda fase debe ser como máximo dos horas. Entonces se considera como duración total de ambas etapas a un día como máximo debido a la holgura de tiempo dada en la primera etapa.

En la tabla anterior se puede observar que el número total de ciclos para la segunda fase es 54, así como la distancia total que tendrán que recorrer los obreros dedicados al transporte del concreto desde la mezcladora hacia la zapata corresponde a 1.74Km. Cabe mencionar que la distancia de un ciclo (ida y vuelta) se ha considerado un promedio desde la mezcladora hasta el mismo lugar de vaciado del concreto.

RESULTADO DE LA PLANIFICACIÓN DEL VACIADO DE ZAPATAS

Actividades	DUR. (Días)	Lun.	Mar	Miér.	Juev.	Vie.	Sáb.
Zapatas	1						

Todo lo descrito anteriormente se muestra en la figura 6.29 y en la figura 6.30 se muestra el cursograma de las actividades que debe realizar el obrero desde la mezcladora hasta la zapata.

RESULTADO EN OBRA DE LA PLANIFICACIÓN DE EXCAVACIÓN Y ELIMINACIÓN

Actividades	DUR. (Días)	Lun.	Mar	Miér.	Juev.	Vie.	Sáb.
Zapatas	1						

El resultado del proceso del vaciado de zapatas se realizó en el mismo lapso de duración que el de la planificación pero se realizó un día después debido a los retrasos en los materiales y agregados. Porcentaje de efectividad de planificación respecto a la duración es de 100%. El cálculo del ahorro de plazo y costo se muestra en el anexo 07.

Fig. 6.30
**CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO BASADO EN UN OPERARIO
 VACIADO DE CONCRETO DE ZAPATAS**

CURSOGRAMA ANALÍTICO:				OPERARIO				
Diagrama N°	8	Hoja N°	1	Resumen				
Objeto	Concreto f'c = 175kg/cm ²			Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Actividad: Vaciado de concreto de zapatas	Operación			○	2			
	Transporte			⇨	2			
	Espera			D	1			
	Inspección			□	0			
	Almacenamiento			▽	0			
Método:	Planificado			Distancia (m)	0			
Lugar:	Zona de Trabajo			Tiempo (min. Hombre)	-	-	-	
Operario(s):	Costo:				-			
	Mano de obra				-			
	Material				-			
Compuesto por:	HLLC			Total	-	-	-	
Fecha: Dic. 2004								
Descripción				Cant.	Dist. (m)	Tiempo (min.)	Símbolo	Observaciones
							○ ⇨ D □ ▽	
1	Espera mezcla de materiales en la mezcladora			1	-	-		Preparación del concreto
1	Se traslado con el boogie hasta la mezcladora							Para recibir el concreto
1	Toma posición y recibe el concreto							Realiza todos lo giros y movimientos necesarios
2	Transporta el concreto hasta la zapata				var.			Indicada en el plano
2	Descarga el concreto en la zapata							
Regresa a la ubicación inicial y repite el ciclo								
TOTAL					0		2 2 1 0 0	

CIMIENTOS CORRIDOS

De manera similar antes de iniciar el vaciado del concreto de los cimientos corridos debe colocarse una capa de hormigón compactado de 10cm para mejorar el terreno y debe encofrarse el cimiento en las zapatas.

Primera Etapa. Para la preparación se considera lo siguiente:

Cuadrilla típica: 0.1Cap+2OP+2OF+8Peon
 Con un rendimiento de 25m³/día.
 Numero de cuadrillas: 1

Materiales: Hormigón, piedra grande, Agua y Cemento Tipo I

Equipos: Herramientas manuales, Mezcladora de concreto 11P3, y 3 boogies de 2pies³ <> 0.057m³.

Tabla 6.10 Ciclos para el vaciado de cimientos

ZONA	VOLUMEN DEL CIMIENTO (M3)	CUADRILLA QUE REALIZA EL TRABAJO	Nº DE CICLOS (V/0.057)
VT	44,34	1	778
DÍAS	2		

Tiempo Total programado = $44.34/(25) = 1.8 <> 2$ días

El vaciado de cimientos se debe realizar en una sola etapa de dos días como máximo.

En la tabla anterior se puede observar que el número total de ciclos para esta fase es 778, la distancia total que tendrán que recorrer los obreros dedicados al transporte del concreto desde la mezcladora hacia los cimientos no se muestran debido a los numerosos circuitos de recorrido hacen difícil su estimación. Sin embargo esta distancia es una distancia considerable.

RESULTADO DE LA PLANIFICACIÓN DEL VACIADO DE CIMIENTOS

Actividades	DUR. (Días)	Lun.	Mar	Miér.	Juev.	Vie.	Sáb.
Cimientos	2						

El proceso de vaciado se debe realizar desde la parte posterior hacia adelante tal como se muestra en la figura 6.31, colocando tablas en las zanjas que se tengan que atravesar para poder circular sin mayor problema. La piedra debe seguir el mismo recorrido del concreto pues se deben colocar de manera simultánea. Las actividades que realiza un obrero durante el recorrido son las mismas que las mostradas en el cursograma de la figura 6.30

RESULTADO EN OBRA DE LA PLANIFICACIÓN DEL VACIADO DE CIMIENTOS

Actividades	DUR. (Días)	Lun.	Mar	Miér.	Juev.	Vie.	Sáb.
Cimientos	2						

El resultado del proceso de vaciado de cimientos se realizó de acuerdo a la planificación, teniendo una duración de 2 días. Porcentaje de efectividad de planificación respecto a la duración es de 100%. El cálculo del ahorro de plazo y costo se muestra en el anexo 07.

Conclusiones y Recomendaciones

• Conclusiones

La constructibilidad es una herramienta muy eficiente de mejora continua, utilizada para lograr mejoramientos en la gestión de proyectos de construcción mediante la incorporación de personal con experiencia y conocimiento de construcción en las etapas preliminares de un proyecto como son la planificación, diseño, abastecimiento de materiales, de modo de mejorar la aptitud constructiva de una obra y alcanzar los objetivos globales del proyecto.

Del estudio de caso 2 se concluye que para simplificar, mejorar y/o proponer un nuevo proceso se debe analizar todas las actividades del mismo, registrando detalladamente sus actividades: operaciones, transportes, esperas, inspecciones y almacenamientos; para luego analizarlas y mejorar el proceso. Este análisis no requiere mucha inversión pero sí un tiempo continuo de observación. Respecto al porcentaje de reducción de actividades (iniciales/propuestas) promedio de los procesos analizados en este caso se obtuvo un 21%. El porcentaje de reducción promedio de plazo y costo es 2.6 y 3.5 respectivamente. Así mismo el porcentaje real de reducción de plazo y costo del conjunto de actividades consecutivas analizadas es 4.2 y 3.6 respectivamente.

Del estudio de caso 3, se concluye lo siguiente: La planificación contribuye significativamente a la solución de las probables dificultades que se puedan presentar en obra. El porcentaje de reducción promedio de plazo y costo es 2.8 y 4.1 respectivamente. Así mismo el porcentaje real de reducción de plazo y costo del conjunto de actividades consecutivas analizadas es 4.3 y 2.9 respectivamente.

Para una adecuada implementación de la constructibilidad podemos seguir los pasos necesarios para la implementación de un programa corporativo de constructibilidad a nivel de empresa y los pasos para la implementación de un programa a nivel de proyecto.

El compromiso de la plana gerencial de la empresa hacia la constructibilidad es el primer paso fundamental para una exitosa implementación del programa corporativo de constructibilidad dentro de la organización.

La situación actual de las empresas constructoras de nuestro país respecto los niveles de productividad alcanzados es baja. En este sentido la constructibilidad se constituye en una excelente herramienta mas para elevar los bajos niveles de productividad de las empresas nacionales, contribuyendo además al mejoramiento de los procesos, mejora de la calidad, estética y seguridad. Elevando los niveles de productividad las empresas nacionales se harán más competitivas tanto en el mercado interno como en el internacional.

La constructibilidad está dirigida a personas ligadas a la industria de la construcción como son mandantes (Ministerios del Estado, Entidades Publicas, Entidades Privadas), empresas consultoras y constructoras, pues de la unión de estos tres gremios dependerá el logro de los objetivos globales de un proyecto de construcción

La constructibilidad no tiene barreras en cuanto al tamaño de una empresa, se puede aplicar en empresas pequeñas, medianas y grandes. La situación de la empresa del estudio del caso 1 no es ajena a la realidad resto de las empresas nacionales, pero luego del ensayo de implementación del programa corporativo dentro de su organización cuenta una pequeña estructura organizacional corporativa de

constructibilidad lo que en un futuro cercano le permitirá mejorar sus niveles de productividad.

El programa de implementación de constructibilidad a nivel de empresa del caso 1 concluye que para una implementación exitosa se debe cumplir lo siguiente: Compromiso de la plana gerencial de la empresa hacia la constructibilidad y el desarrollo de un programa corporativo de constructibilidad. Esta implementación representa un costo pequeño y un plazo mediano, pero esta implementación debe continuar con el tiempo.

La constructibilidad obtendrá mayores resultados si se aplica en las etapas iniciales de un proyecto, aunque durante la etapa constructiva todavía se pueden obtener numerosos beneficios. La constructibilidad de operaciones de campo está orientada al desarrollo y la utilización eficaz de los métodos de construcción de campo innovadores que simplifican el esfuerzo de construcción y reducen gastos de proyecto.

Para aumentar la constructibilidad los contratistas necesitan compartir y difundir sus experiencias, así como aprender de los desarrollos logrados por otras industrias adaptándolas de acuerdo a su necesidad.

La constructibilidad de operaciones de campo utiliza al "Estudio del Trabajo" como una de sus principales herramientas para registrar, simplificar el proceso, mejorar y/o proponer un método operacional más eficaz de las actividades de campo

La constructibilidad se puede aplicar a diferentes tipos de proyectos, esto se puede apreciar claramente en los estudios de caso 2 y 3, donde se aplico la constructibilidad durante la construcción de las obras de arte en un tramo de la rehabilitación de una carretera y durante la planificación de las actividades previas al inicio de la construcción de un pequeño edificio multifamiliar.

Durante la implementación se tuvo como principal dificultad la resistencia al cambio de numerosos profesionales que no estaban dispuestos a aplicar nuevas herramientas para mejorar la gestión de sus proyectos, acentuándose esta dificultad durante la etapa constructiva de la obra.

La constructibilidad como herramienta de gestión de proyectos podría significar para el Estado ahorro significativo en el plazo y en dinero pues cada año licita gran cantidad de obras, empleando el típico sistema de contratación, primero una empresa realiza el diseño y luego se contrata otra para la ejecución. Considerando los resultados del estudio de caso 2 y 3 se puede estimar una reducción promedio en el plazo y costo de hasta un 4.25% y 3.25% respectivamente. La constructibilidad propone otro esquema de contratación "diseño-construcción" donde el manejo del proyecto es realizado por una sola empresa una sola empresa formada por profesionales con experiencia en el diseño y construcción, esto de una manera adecuada contribuirá a la reducción del costo y plazo del proyecto.

La constructibilidad tiene diversas áreas de oportunidad para ser aplicada por lo que se anima al lector a continuar con la implementación inicial mostrada en esta tesis.

• Recomendaciones

La constructibilidad tiene como su principal desafío la integración de una forma sencilla, automática y permanente entre los gremios de diseñadores y constructores, las cuales tradicionalmente se encuentran separados. Para vencer este desafío se debe lograr un respeto profesional mutuo entre el diseñador y el constructor para producir mejoramientos deseados, manteniendo de esta forma una difusión libre y desinteresada de la información por parte de ambos.

La aplicación de los conceptos de constructibilidad pueden ser aplicados durante las diversas etapas del proyecto, con la finalidad de modernizar los procesos constructivos convencionales en los casos que quieran mejoramiento técnico, reducir costos, mejorar la calidad, y/o disminución de los efectos nocivos en el medio ambiente

Durante la implementación de un programa corporativo de constructibilidad a nivel de empresa se debe hacer participe a todo el personal de ésta para hacer notar la importancia del programa, se debe informar permanentemente acerca de los avances y logros del programa, así como otros temas relacionados con la constructibilidad como beneficios, barreras, etc.

Para la autoevaluación de una empresa antes de implementar un programa de constructibilidad se recomienda como punto de inicio el uso de la matriz de evaluación del programa corporativo.

Los conocimientos y experiencia adquirida por el personal de construcción deben ser compartidos dentro y fuera de su organización, es decir, durante las etapas de planificación, diseño y abastecimiento de materiales para el proyecto.

Las empresas dedicadas a la industria de la construcción deben promover de una manera activa y decidida un ambiente de actitudes favorables hacia la innovación de los métodos de construcción.

Los constructores deben documentar sus experiencias de constructibilidad de proyectos anteriores para comunicarlas a los diseñadores de una manera oportuna, crítica y constructiva aumentando así la constructibilidad para futuros proyectos.

Se recomienda utilizar en la etapa constructiva los métodos innovadores de construcción que corresponden a la manera técnica en que se utilizan varios recursos de construcción. Un método de construcción innovador puede ser muy variado, y generalmente son pequeños progresos o ideas que se van incorporando a los métodos existentes, así por ejemplo: mejorar las secuencias de las tareas de campo, creación o adaptación de herramientas manuales, uso innovador del equipo de construcción disponible, etc.

Se debe realizar un esfuerzo adicional por parte de los constructores para promover la innovación en la industria de la construcción. Mejorar o proponer nuevos procesos constructivos, desarrollar herramientas innovadoras para ser usados por los obreros, utilizar las nuevas tecnologías que aparecen en el mercado, etc.

Bibliografía

LIBROS:

ARANCIBIA RODRÍGUEZ, Marco

1998 *Sistemas de Calidad en Proyectos y Obras de Edificación*. Lima, Perú, CN-CIP, Biblioteca personal

ARANCIBIA RODRÍGUEZ, Marco

2001 *Nuevas Tendencias en la Gestión de la Construcción*. Lima, Perú, CN-CIP, Biblioteca personal

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE EEUU (CII)

1993 *Constructability Implementation Guide (Guía de implementación de Constructibilidad)*. Texas, EEUU, CII Special Publication 34-1, Biblioteca Personal.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE EEUU (CII)

1988 *Constructability Improvement During Field Operations (Mejora de la constructibilidad durante las operaciones de campo)*. Texas, EEUU, CII Source Document 34, Biblioteca Personal.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE EEUU (CII)

1993 *Preview of Constructability Implementation (Implementación previa de constructibilidad)*. Texas, EEUU, CII Research Summary 34-2, Biblioteca Personal.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE EEUU (CII)

1993 *Constructability: program assessment and barriers to implementation*. Texas, EEUU, CII Source Document 85, Biblioteca Personal

DREWIN, F.J

1982 *Construction Productivity*. Editorial Elsevier Science Publishing Co; Biblioteca CISMID

GHIO CASTILLO, Virgilio

1997 *Guía para la Innovación Tecnológica en la Construcción*. Santiago de Chile, Ediciones Universidad Católica de Chile, Biblioteca PUPC-Perú.

GHIO CASTILLO, Virgilio

2001 *Productividad en Obras de Construcción*. Lima, Perú, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Biblioteca PUPC-Perú

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE TRABAJO - OIT

2002 *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra, Suiza, Editorial Limusa S.A., Biblioteca ESAN-Perú

ORIHUELA, Pablo & ORIHUELA, Jorge

2003 *Constructabilidad en pequeños proyectos Inmobiliarios*. Lima, Perú, Artículo de la PUCP, Facultad de Ingeniería Civil.

ORMAZÁBAL SÁNCHEZ, Gaizka

2002 *El IDS: Un nuevo sistema integrado de toma de decisiones para la gestión de proyectos constructivos*. España, Tesis Doctoral, Biblioteca Personal.

SERPELL, Alfredo

1993 *Administración de Operaciones de Construcción*. Santiago de Chile, Ediciones de la Universidad Católica de Chile, Biblioteca PUPC-Perú

ULLOA VELÁSQUEZ, Wilfredo

2003 Apuntes de Clases, Curso Programación de Obras, "Productividad en la Construcción", UNI, Facultad de Ingeniería Civil

TESIS:

ALIAGA DIAZ, Luis

1993 *Introducción al estudio del Trabajo en obras de edificación*. Lima-Perú, Biblioteca FIC-UNI. Tesis asesorada por el Ing. ULLOA VELÁSQUEZ, Wilfredo

TRUJILLO PARRAGA, Joe Luis

1994 *Estudio de tiempos y modelo productivo de demora de los procesos para la medición de la productividad en los procesos constructivos*. Lima-Perú, Biblioteca FIC-UNI. Tesis asesorada por el Ing. ULLOA VELÁSQUEZ, Wilfredo

ANEXOS

ANEXO N° 01

Ejemplo del uso de la matriz de aplicaciones de Constructibilidad

ANEXO N° 01

El siguiente anexo ha sido adaptado de la publicación Constructability Implementation Guide realizada por el Construction Industry Institute (CII) de los EE.UU en 1993. Este anexo muestra el uso de la matriz de aplicaciones realizada en EEUU para un edificio comercial (centro comercial) y para una instalación industrial. Se muestra el impacto típico que tienen los conceptos de constructibilidad durante una fase en particular.

MATRIZ DE APLICACIÓN DEL EDIFICIO COMERCIAL.

Los proyectos de edificios comerciales involucran típicamente las siguientes fases:

1. La planificación
2. E diseño
3. La construcción
4. La adquisición
5. La ocupación.

La matriz mostrada en la figura A.1 incluye una estimación del impacto que tiene el concepto específico de constructibilidad durante cada fase. La matriz incluye una estimación del impacto que tiene el concepto específico de constructibilidad correspondiente a cada fase del proyecto. "Alto", "Moderado" y "Bajo" Se define como el impacto relativo que un concepto dado tiene dentro de una fase en dada para reforzar logrando los objetivos globales del proyecto.

Así por ejemplo, los conceptos I-2, I-5, I-6, I-7, I-8, II-1, II-2, II-3, II-5, II-6 y II-7 típicamente tienen un gran impacto durante la fase pre - esquemática. Los recursos proporcionados son para dirigir los conceptos de constructibilidad durante cada fase del proyecto, especialmente en los comienzos, debe ser considerado para crear la oportunidad exitosa de implementación de la fase.

Matriz de aplicaciones de CONSTRUCTIBILIDAD para proyectos de edificios comerciales por fases															
Concepto de Constructibilidad	Planificación			Diseño				Construcción			Adquisición		Ocupación		
	Plan estratégico	Viabilidad preliminar	Viabilidad final	Programa o fase conceptual	Fase pre-esquemática	Fase esquemática	Desarrollo de la fase de diseño	Fase de documentos de construcción	Sitio de trabajo	El casco	Interiores	Antes de la terminación de DC	Después de la terminación de DC	Antes de la terminación de DC	Después de la terminación de DC
I-1 Programa de constructibilidad es una parte integral del plan de ejecución del proyecto	H	H	H	M	L	L	L	L	L	L	L	H	L	H	L
I-2 Planificación del proyecto involucra conocimientos y experiencia de construcción	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	L
I-3 Participación inicial de la construcción en el desarrollo de la estrategia de contratación	H	H	H	H	M	M	M	M	L	L	L	H	L	H	L
I-4 Plazos del proyectos son sensible a la construcción	H	H	H	M	L	L	L	L	L	L	L	M	L	M	L
I-5 Enfoques de diseño básico consideran métodos de construcción mas importantes	L	M	M	H	H	M	L	L	L	L	L	H	L	L	L
I-6 Disposición de sitio promocionan una construcción más eficiente	L	M	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L
I-7 Participantes del equipo del proyecto responsables de constructibilidad son identificados en las etapas iniciales	M	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	H	M	H	L
I-8 Tecnologías de Información Avanzadas son aplicadas a través del proyecto	L	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	M	M	M	L
II-1 Plazos de diseño y adquisición son sensibles a la construcción	L	L	L	H	H	H	H	H	L	L	L	H	L	M	L
II-2 El diseño debe facilitar la construcción eficiente	L	L	L	H	H	H	H	H	L	L	L	M	L	M	L
II-3 Elementos de diseño estandarizados	L	L	L	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	M	L
II-4 Las especificaciones son desarrolladas para una construcción y adquisición eficiente	L	L	L	L	L	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L
II-5 Diseño por modularización y preensamblaje para facilitar la fabricación y transporte	L	L	L	H	H	H	H	H	L	L	L	H	M	M	L
II-6 El diseño debe facilitar accesibilidad del personal, material y equipos	L	L	L	H	H	H	H	H	L	L	L	L	M	L	L
II-7 Diseño para una construcción en climas adversos y situaciones remotas	L	L	L	M	H	H	H	H	L	L	L	H	M	L	L
III-1 Contratista debe usar métodos de construcción innovadores	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	L	L	L	L

H= ALTO, M=moderado, L=bajo

Fig. A.1 Visión general de la matriz de aplicación para la construcción de un edificio comercial

MATRIZ DE APLICACIÓN INDUSTRIAL.

Los proyectos industriales típicamente involucran las siguientes fases:

1. Los conceptos y la viabilidad
2. El diseño del proceso
3. Ingeniería preliminar y la planificación
4. El diseño detallado y la adquisición
5. La construcción y la instalación

Los aportes de Constructibilidad deben incorporarse inicialmente en las actividades del proyecto como en la fase de conceptos y viabilidad. Figure A.2 constituye una matriz de aplicación en el nivel de fase de visión general. Por ejemplo, los conceptos que I-1, I-2, I-3, I-4, y I-6 típicamente tienen un alto impacto en la fase de conceptos y viabilidad. Proporcionando los recursos para dirigir estos conceptos durante la planificación conceptual así como para procesar el diseño y la ingeniería preliminar.

Matriz de aplicación de CONSTRUCTIBILIDAD para proyectos industriales por fases					
Concepto de Constructibilidad	FASES				
	Conceptos y Viabilidad	Proceso de diseño	Ingeniería Preliminar	Diseño detallado y Adquisición	Construcción e Instalación
I-1 Programa de constructibilidad es una parte integral del plan de ejecución del proyecto	H	H	H	L	
I-2 Planificación del proyecto involucra conocimientos y experiencia de construcción	H	H	H	M	L
I-3 Participación inicial de la construcción en el desarrollo de la estrategia de contratación	H	H	H	L	
I-4 Plazos del proyectos son sensible a la construcción	H	H	H	M	L
I-5 Enfoques de diseño básico consideran métodos de construcción mas importantes		H	H	L	
I-6 Disposición de sitio promocionan una construcción más eficiente	H	H	H		
I-7 Participantes del equipo del proyecto responsables de constructibilidad son identificados en las etapas iniciales		H	H	L	
I-8 Tecnologías de Información Avanzadas son aplicadas a través del proyecto	L	M	H	H	H
II-1 Plazos de diseño y adquisición son sensibles a la construcción		H	H	M	
II-2 El diseño debe facilitar la construcción eficiente		H	H	H	
II-3 Elementos de diseño estandarizados		H	H	H	
II-4 Las especificaciones son desarrolladas para una construcción y adquisición eficiente			H	H	
II-5 Diseño por modularización y preensamblaje para facilitar la fabricación y transporte		H	H	M	
II-6 El diseño debe facilitar accesibilidad del personal, material y equipos			H	H	
II-7 Diseño para una construcción en climas adversos y situaciones remotas		H	H	M	L
III-1 Contratista debe usar métodos de construcción innovadores			L	M	H

H= ALTO, M=moderado, L=bajo

Fig. A.2 Vision general de la matriz de aplicación para una construcción industrial

ANEXO N° 02

**Formatos, resultados de la matriz de evaluación del programa corporativo
Estudio de Caso 1**

Herramienta 2

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima.

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parámetros en el lado izquierdo de la página A,B,C..., se pide marcar en que nivel de clasificación del programa se encuentra

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar; profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente v/a oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Ítems estándares en todos los contratos	Ítems estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o ítems seleccionados, puede seguir las ideas mas importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN
ESTUDIO DE CASO 1

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	10				
B. Declaración de política corporativa	2	7	1		
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	5	5			
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	1	2	7		
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	10				

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	10				
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	10				

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	10				
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	2	7	1		
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	7	3			
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	10				
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	10				

Fig. 6.2 Resultado del diagnóstico interno de la empresa

* Los números indican la ocurrencia de cada parámetro según la encuesta

* Encuesta sobre un base de 10 personas

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN
ESTUDIO DE CASO 1

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes Seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar, profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	Ninguna	Referencia limitada en cualquier manuales), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Contar en que las ideas son expresadas adecuadamente via oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Ítems estándares en todos los contratos	Ítems estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o ítems seleccionados, puede seguir las ideas mas importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace partícipe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima.

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parámetros en el lado izquierdo de la página A,B,C,..., se pide marcar en que nivel de clasificación del programa se encuentra

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas 	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios 	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos, puede sacrificar factores internos 	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna 	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar, profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable 	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna 	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especificación a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	ninguna 	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente via oral, interacción del personal 	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicas 	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia 	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Ítems estándares en todos los contratos	Ítems estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplica 	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o ítems seleccionados, puede seguir las ideas más importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace partícipe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parámetros en el lado izquierdo de la página A,B,C,..., se pide marcar en qué nivel de clasificación del programa se encuentra

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar, profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	Ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s). Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Confían en que las ideas son expresadas adecuadamente vía oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Items estándares en todos los contratos	Items estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o items seleccionados, puede seguir las ideas más importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace partícipe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima.

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parámetros en el lado izquierdo de la página A, B, C, ..., se pide marcar en que nivel de clasificación del programa se encuentra

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar; profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente vía oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Ítems estándares en todos los contratos	Ítems estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o ítems seleccionados, puede seguir las ideas más importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima.

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parámetros en el lado izquierdo de la página A,B,C..., se pide marcar en que nivel de clasificación del programa se encuentra

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar; profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente via oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Items estándares en todos los contratos	Items estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o items seleccionados, puede seguir las ideas más importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima.

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parámetros en el lado izquierdo de la página A, B, C, ..., se pide marcar en que nivel de clasificación del programa se encuentra.

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos, puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar; profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	Ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s). Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente vía oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Items estándares en todos los contratos	Items estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o items seleccionados, puede seguir las ideas más importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

Seguindo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace partcipe a todo el personal mediante la siguiente encuesta
Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parametros en el lado izquierdo de la pagina A,B,C..., se pide marcar en que nivel de clasificacion del programa se encuentra

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
-------------------------	--	---------------------------	-------------------------	-------------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar, profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente vía oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Items estándares en todos los contratos	Items estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o items seleccionados, puede seguir las ideas mas importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

Seguindo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parametros en el lado izquierdo de la pagina A,B,C.... se pide marcar en que nivel de clasificacion del programa se encuentra

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Cosntructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas, acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar, profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente vía oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Items estándares en todos los contratos	Items estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o items seleccionados, puede seguir las ideas más importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

Seguindo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta
Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parametros en el lado izquierdo de la pagina A,B,C..., se pide marcar en que nivel de clasificacion del programa se encuentra

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad vista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar; profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especificación a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	ninguna	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente vía oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Items estándares en todos los contratos	Items estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o items seleccionados, puede seguir las ideas mas importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

Seguendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parámetros en el lado izquierdo de la página A,B,C..., se pide marcar en que nivel de clasificación del programa se encuentra

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación X	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe, ninguna necesidad X	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficios de Constructibilidad X	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados X	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externos; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras/problemas; acepta como parte del trabajo X	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna X	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar, profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable X	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Sí, el responsable activamente soporta el programa	Sí, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna X	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	ninguna X	Referencia limitada en cualquier manual(s). Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna X	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente vía oral, interacción del personal X	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna X	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia X	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Ítems estándares en todos los contratos	Ítems estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable X	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o ítems seleccionados, puede seguir las ideas más importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más allá de los medidos

Herramienta 2

Seguindo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Matriz de Evaluación del Programa Corporativo de Constructibilidad

Se tiene una lista de doce parametros en el lado izquierdo de la pagina A,B,C..., se pide marcar en que nivel de clasificación del programa se encuentra

Clasificación del programa corporativo

1 Ningún Programa	2 Aplicación de Soportes seleccionados	3 Programa Informal	4 Programa Formal	5 Programa Formal Comprensivo
----------------------	---	------------------------	----------------------	----------------------------------

I: Cultura Corporativa

A. Designación del programa	Ninguna designación	Parte de actividades estándares de gerencia de construcción	Parte de otro programa, como la calidad o sólo identificado en un nivel del proyecto	Reconocido en un nivel corporativo, pero puede ser parte de otro programa	Programa independiente en el mismo nivel como la calidad o seguridad
B. Declaración de política corporativa	No existe ninguna necesidad lista	Ninguna política corporativa, puede tener a nivel del proyecto	Existe una declaración, pero puede ser parte de otras políticas	Política corporativa distribuida extensamente	Política corporativa distribuida extensamente
C. Actitud de la Gerencia hacia la Constructibilidad	Ningún reconocimiento de necesidad o beneficio de Constructibilidad	Apoyo limitado dentro de la compañía, reconocimiento de algunos beneficios	Apoyo varía dentro de la compañía, apoyo básico de proyecto a proyecto	Programa de soporte de la gerencia, comprensión de constructibilidad como una filosofía corporativa	Soporte de gerencia total, participación activamente en la mejora del programa
D. Reconocimiento de Problemas y Barreras de Constructibilidad	Existen muchas barreras, ningún reconocimiento de barreras o problemas encontrados	Existen muchas barreras, consciente de limitadores externas; puede sacrificar factores internos	Reconoce la presencia de barreras problemas ; acepta como parte del trabajo	Identificar activamente, trabajar para documentar y corregir	La mayoría de barreras eliminadas, problemas abordados y corregidos rápidamente
E. Capacitación del personal de Constructibilidad	Ninguna X	Sin ninguna ocurrencia, hecho como parte de capacitación en el trabajo	Seminarios de información para proyectos específicos	Parte de una orientación estándar	Parte de una orientación estándar, profundamente involucrado en la cultura de la empresa

II. PERSONAL

A. Ejecutivo Responsable de Constructibilidad	Ningún responsable	Ningún responsable	Responsable identificado, el rol del responsable puede ser ambiguo o débil	Si, el responsable activamente soporta el programa	Si, el responsable activamente soporta el programa
B. Asignación de Deberes Corporativos de Constructibilidad	Ninguna X	Ningún personal de la empresa dedicado a la constructibilidad	Puede tener deberes corporativos como parte de otras responsabilidades	Coordinador corporativo de medio tiempo o completo, organización de soporte corporativo para la implementación del programa	Coordinador corporativo de alta especialización a tiempo completo, organización de soporte bien desarrollada

III. Documentación / Seguimiento

A. Documentación del Programa de Constructibilidad	ninguna X	Referencia limitada en cualquier manual(s), Documentos CII pueden distribuirse o mencionarse	Existe documentos del programa a nivel de proyecto, puede ser incluidos en otros documentos corporativos	Manual de constructibilidad corporativo esta disponible	Manual de constructibilidad corporativo es minucioso, distribuido extensamente y actualizado periódicamente
B. Seguimiento de las Lecciones Aprendidas de Constructibilidad	Ninguna X	Confiar en que las ideas son expresadas adecuadamente vía oral, interacción del personal	Alguna documentación individual, principalmente revisiones e informes post proyecto	Existe un sistema de registro y comunicación de lecciones aprendidas	La base de datos sobre lecciones aprendidas involucra el aporte de todos los niveles
C. Difusión de Tecnologías de Construcción Avanzadas	Ninguna X	Información nueva dirigida ocasionalmente, en forma verbal, periódicos	Puede existir biblioteca, información dirigida rutinariamente o seminarios de ayuda	Sistema de direccionamiento formalizado, departamento de investigación y desarrollo que identifica y promueve	Sistema formalizado con los seminarios de la compañía y aplicaciones piloto
D. Referencias de Constructibilidad en Documentos de Contrato	Ninguna referencia	Referencia limitada sobre proyectos específicos, a menudo sólo en la solicitud de otros participantes del proyecto	El nivel de referencia varía por tipo de proyecto, rol o participantes	Items estándares en todos los contratos	Items estándares en todos los contratos, activamente promovido a otras organizaciones
E. Efectos/Ahorros de Constructibilidad Monitoreados	No aplicable X	Ningún seguimiento o reconocimiento de resultados del programa	Ningún seguimiento, reconocimiento limitado de resultados del programa sobre el proyecto	Seguimiento para proyectos particulares o items seleccionados, puede seguir las ideas mas importantes por proyectos	Datos guardados en todos los proyectos; confianza generalizada en los ahorros más alla de los medidos

ANEXO N° 03

**Formatos, resultados de la aplicación de la herramienta 7
Estudio de Caso 1**

Herramienta 7

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera			
Insignificante	Importante	Muy importante	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aceptación del status quo Resistencia al cambio Enfoques conservadores, no innovadores Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo Ningún premio para asumir riesgos inteligentes El síndrome "Ningún invento aquí"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Percepción: "Nosotros lo hacemos" "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones" "Siempre se han hecho así"
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros

RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE BARRERAS ESTUDIO DE CASO 1

Barreras Corporativas del Constructor

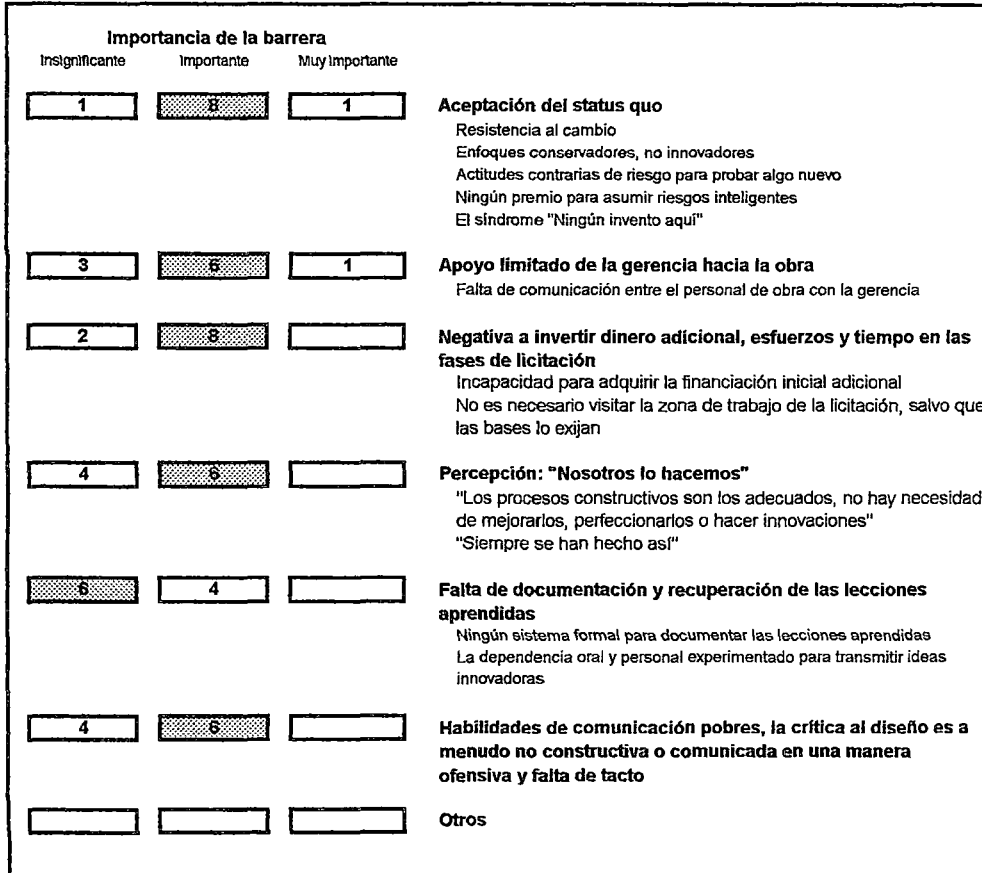


Fig. 6.3 Resultado de la identificación de barreras en la empresa

* Los números indican la ocurrencia de cada barrera identificada

** Encuesta sobre un base de 10 personas

Herramienta 7

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera

Insignificante Importante Muy importante

Aceptación del status quo

- Resistencia al cambio
- Enfoques conservadores, no innovadores
- Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo
- Ningún premio para asumir riesgos inteligentes
- El síndrome "Ningun invento aqui"

Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra

- Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia

Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación

- Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional
- No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan

Percepción: "Nosotros lo hacemos"

- "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones"
- "Siempre se han hecho así"

Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas

- Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas
- La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras

Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto

Otros

Herramienta 7

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera

Insignificante Importante Muy importante

	X	
--	---	--

Aceptación del status quo

- Resistencia al cambio
- Enfoques conservadores, no innovadores
- Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo
- Ningún premio para asumir riesgos inteligentes
- El síndrome "Ningun invento aqui"

		X
--	--	---

Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra

- Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia

	X	
--	---	--

Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación

- Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional
- No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan

	X	
--	---	--

Percepción: "Nosotros lo hacemos"

- "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones"
- "Siempre se han hecho así"

	X	
--	---	--

Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas

- Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas
- La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras

	X	
--	---	--

Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto

--	--	--

Otros

Herramienta 7

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera

Insignificante Importante Muy importante

	X	
--	---	--

Aceptación del status quo

- Resistencia al cambio
- Enfoques conservadores, no innovadores
- Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo
- Ningún premio para asumir riesgos inteligentes
- El síndrome "Ningun invento aqui"

X		
---	--	--

Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra

- Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia

X		
---	--	--

Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación

- Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional
- No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan

	X	
--	---	--

Percepción: "Nosotros lo hacemos"

- "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones"
- "Siempre se han hecho así"

X		
---	--	--

Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas

- Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas
- La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras

	X	
--	---	--

Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto

--	--	--

Otros

Herramienta 7

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera

Insignificante Importante Muy importante

		X
--	--	--------------

Aceptación del status quo

- Resistencia al cambio
- Enfoques conservadores, no innovadores
- Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo
- Ningún premio para asumir riesgos inteligentes
- El síndrome "Ningun invento aqui"

	X	
--	--------------	--

Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra

- Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia

	X	
--	--------------	--

Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación

- Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional
- No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan

X		
--------------	--	--

Percepción: "Nosotros lo hacemos"

- "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones"
- "Siempre se han hecho así"

	X	
--	--------------	--

Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas

- Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas
- La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras

X		
--------------	--	--

Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto

--	--	--

Otros

Herramienta 7

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera

Insignificante Importante Muy importante

	X	
--	---	--

Aceptación del status quo

- Resistencia al cambio
- Enfoques conservadores, no innovadores
- Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo
- Ningún premio para asumir riesgos inteligentes
- El síndrome "Ningun invento aqui"

X		
---	--	--

Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra

- Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia

	X	
--	---	--

Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación

- Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional
- No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan

	X	
--	---	--

Percepción: "Nosotros lo hacemos"

- "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones"
- "Siempre se han hecho así"

X		
---	--	--

Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas

- Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas
- La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras

	X	
--	---	--

Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto

--	--	--

Otros

Herramienta 7

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera

Insignificante Importante Muy importante

	X	
--	--------------	--

Aceptación del status quo

- Resistencia al cambio
- Enfoques conservadores, no innovadores
- Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo
- Ningún premio para asumir riesgos inteligentes
- El síndrome "Ningun invento aqui"

X		
--------------	--	--

Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra

- Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia

	X	
--	--------------	--

Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación

- Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional
- No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan

	X	
--	--------------	--

Percepción: "Nosotros lo hacemos"

- "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones"
- "Siempre se han hecho así"

X		
--------------	--	--

Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas

- Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas
- La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras

	X	
--	--------------	--

Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto

--	--	--

Otros

Herramienta 7

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera			
Insignificante	Importante	Muy importante	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aceptación del status quo Resistencia al cambio Enfoques conservadores, no innovadores Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo Ningún premio para asumir riesgos inteligentes El síndrome "Ningun invento aqui"
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Percepción: "Nosotros lo hacemos" "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones" "Siempre se han hecho así"
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros

Herramienta 7

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera

Insignificante Importante Muy importante

	X	
--	----------	--

Aceptación del status quo

- Resistencia al cambio
- Enfoques conservadores, no innovadores
- Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo
- Ningún premio para asumir riesgos inteligentes
- El síndrome "Ningun invento aqui"

	X	
--	----------	--

Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra

- Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia

	X	
--	----------	--

Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación

- Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional
- No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan

X		
----------	--	--

Percepción: "Nosotros lo hacemos"

- "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones"
- "Siempre se han hecho así"

X		
----------	--	--

Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas

- Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas
- La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras

X		
----------	--	--

Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto

--	--	--

Otros

Herramienta 7

Siguiendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera

Insignificante Importante Muy importante

X		
---	--	--

Aceptación del status quo

- Resistencia al cambio
- Enfoques conservadores, no innovadores
- Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo
- Ningún premio para asumir riesgos inteligentes
- El síndrome "Ningun invento aqui"

	X	
--	---	--

Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra

- Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia

	X	
--	---	--

Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación

- Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional
- No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan

X		
---	--	--

Percepción: "Nosotros lo hacemos"

- "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones"
- "Siempre se han hecho así"

X		
---	--	--

Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas

- Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas
- La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras

	X	
--	---	--

Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto

--	--	--

Otros

Herramienta 7

Seguendo su política de implementación de constructibilidad, la empresa hace participe a todo el personal mediante la siguiente encuesta. Se pide la mayor seriedad e imparcialidad posible, dicha encuesta es totalmente anónima

Barreras Corporativas del Constructor

Marcar con una "X" dentro del recuadro

Importancia de la barrera

Insignificante Importante Muy importante

	X	
--	--------------	--

Aceptación del status quo

- Resistencia al cambio
- Enfoques conservadores, no innovadores
- Actitudes contrarias de riesgo para probar algo nuevo
- Ningún premio para asumir riesgos inteligentes
- El síndrome "Ningun invento aqui"

	X	
--	--------------	--

Apoyo limitado de la gerencia hacia la obra

- Falta de comunicación entre el personal de obra con la gerencia

	X	
--	--------------	--

Negativa a invertir dinero adicional, esfuerzos y tiempo en las fases de licitación

- Incapacidad para adquirir la financiación inicial adicional
- No es necesario visitar la zona de trabajo de la licitación, salvo que las bases lo exijan

	X	
--	--------------	--

Percepción: "Nosotros lo hacemos"

- "Los procesos constructivos son los adecuados, no hay necesidad de mejorarlos, perfeccionarlos o hacer innovaciones"
- "Siempre se han hecho así"

	X	
--	--------------	--

Falta de documentación y recuperación de las lecciones aprendidas

- Ningún sistema formal para documentar las lecciones aprendidas
- La dependencia oral y personal experimentado para transmitir ideas innovadoras

X		
--------------	--	--

Habilidades de comunicación pobres, la crítica al diseño es a menudo no constructiva o comunicada en una manera ofensiva y falta de tacto

--	--	--

Otros

ANEXO N° 04

Política de Constructibilidad Estudio de Caso 1

LLANOS Ingenieros SAC

Consultaría y Construcción en Ingeniería

POLÍTICA DE IMPLEMENTACION DE CONSTRUCTIBILIDAD


Debido actualmente a la competencia existente en el sector de la construcción, a los nuevos cambios que experimenta el mercado, es nuestra política de empresa implementar un programa de constructibilidad al más alto grado o nivel posible, como un continuo esfuerzo por suministrar el mayor grado de calidad y eficiencia en los costos de nuestros proyectos, principalmente en la fase constructiva

Constructibilidad, "Uso óptimo de conocimientos de construcción y experiencia en la planificación, el diseño, la adquisición, y las operaciones de campo para lograr los objetivos globales del proyecto."

Esta política se aplicara actualmente durante la fase de construcción, posteriormente se aplicará en las fases de a planificación, y diseño de proyectos. La empresa se centrará en aprovechar al máximo el alto potencial de Constructibilidad para conseguir los ahorros durante las fases previas a la licitación y luego operaciones de campo

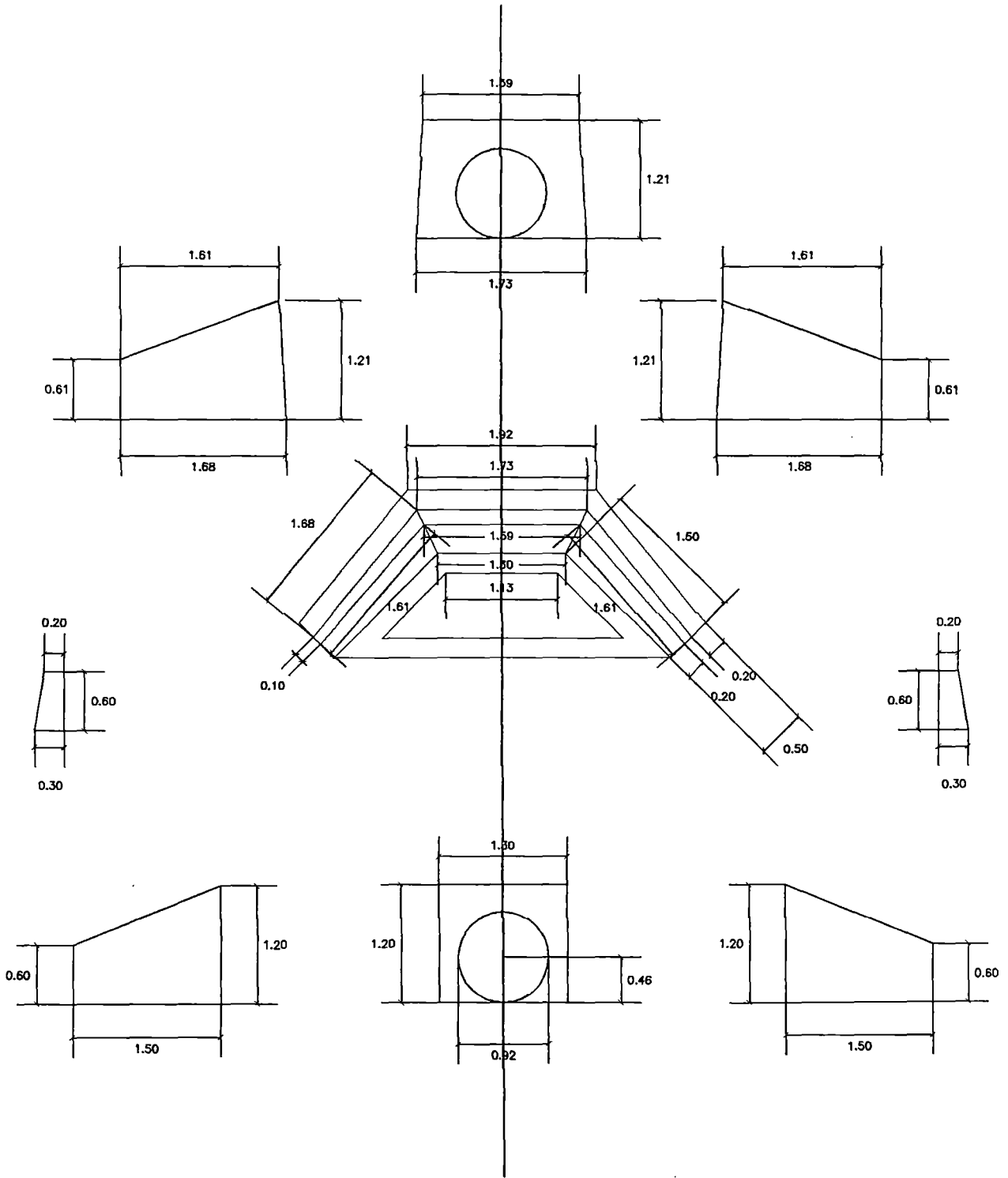
HECTOR LLANOS CALUA, es designado como el ejecutivo responsable del programa de Constructibilidad, el estará a cargo de supervisar la implementación del programa de constructibilidad, asegurar su consistencia con otros procesos de mejora continua, implementar los cambios y generar los informes de avance correspondiente.

LLANOS INGENIEROS SAC.


Ing° Renigio Llanos Cortez
GERENTE

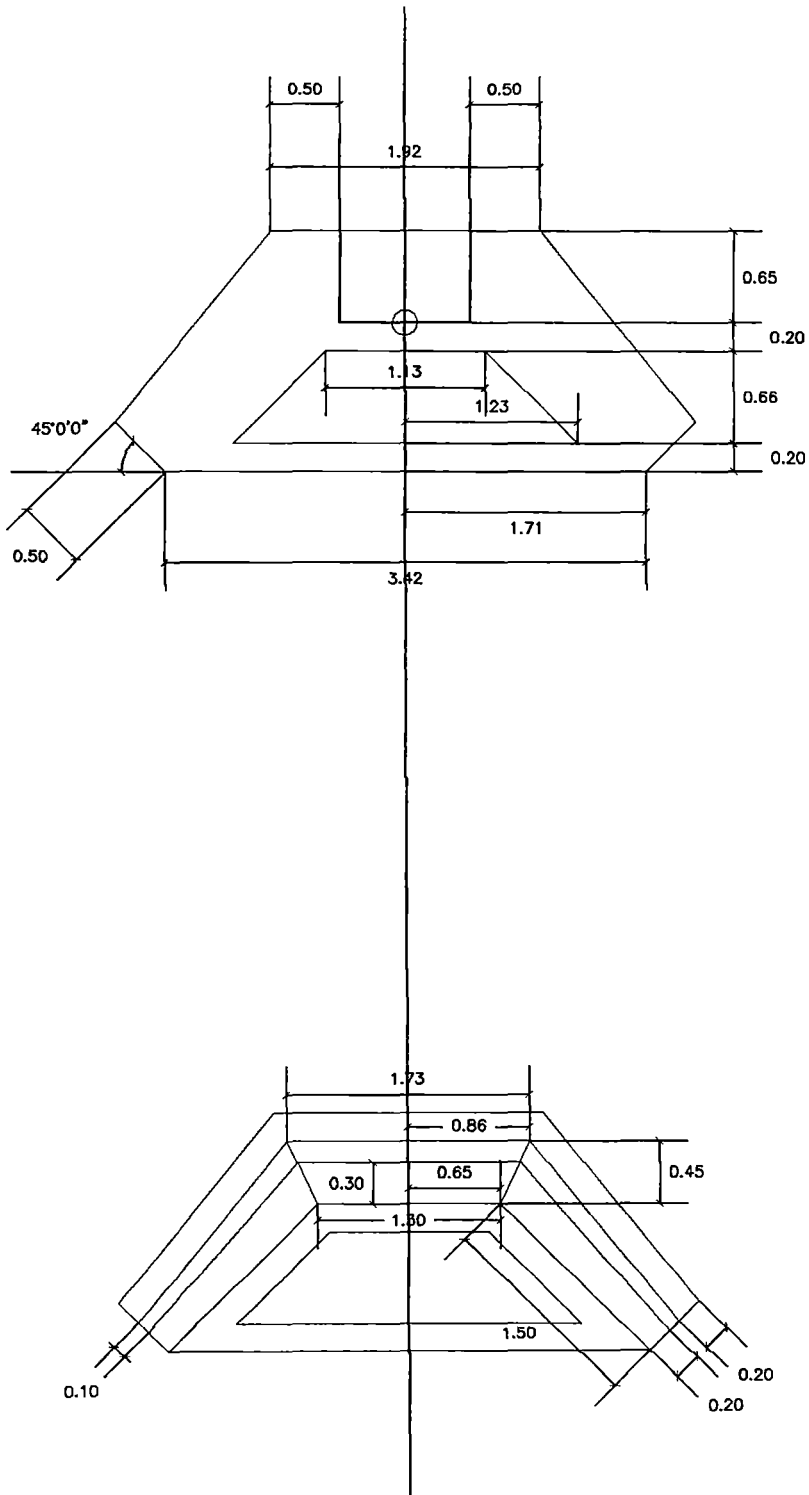
ANEXO N° 05

**Planos, detalles y fotos
Estudio de caso 2**



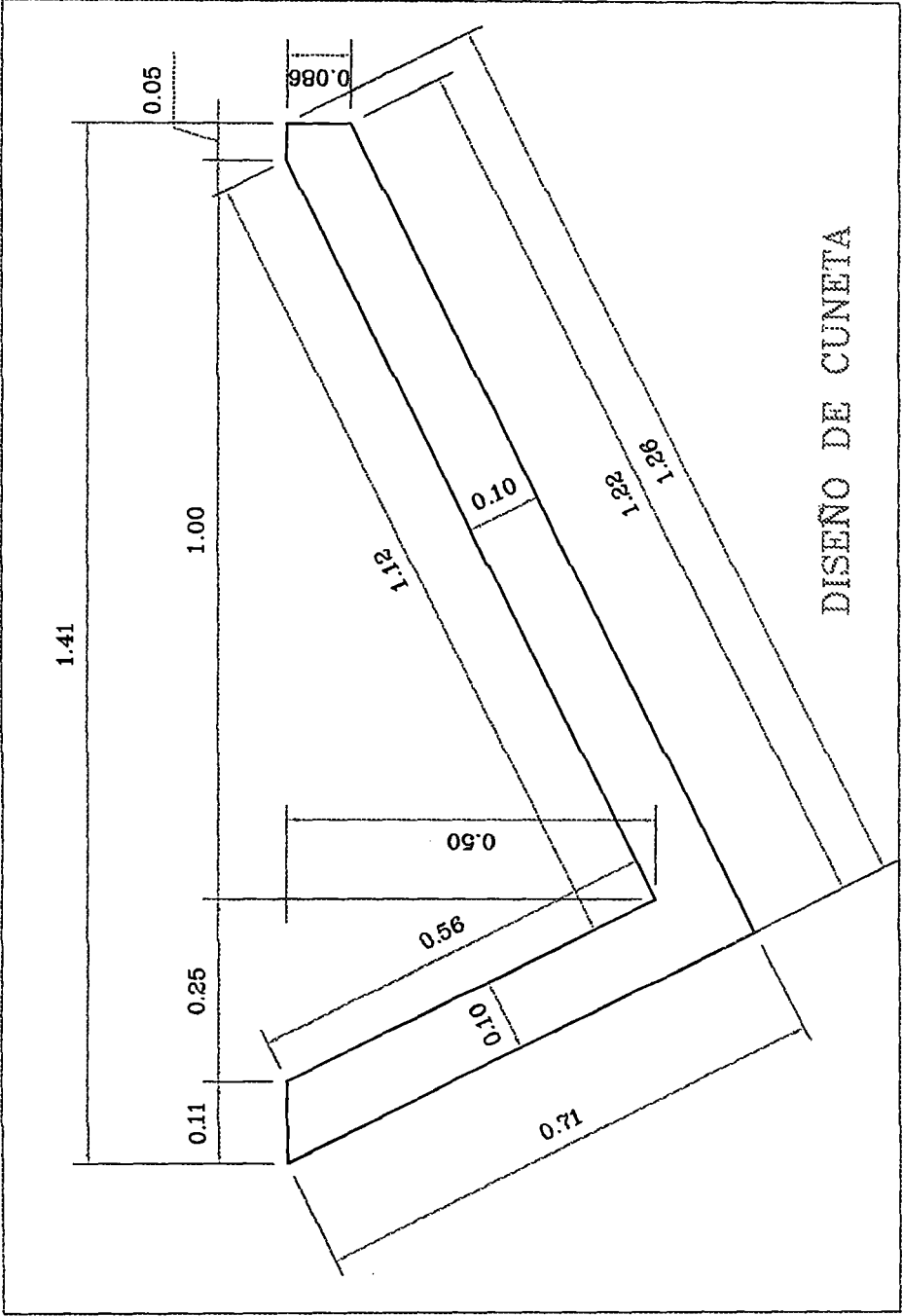
CABEZAL TIPO ALAS
ALCANTARILLA TMC 36"

Escala S / E

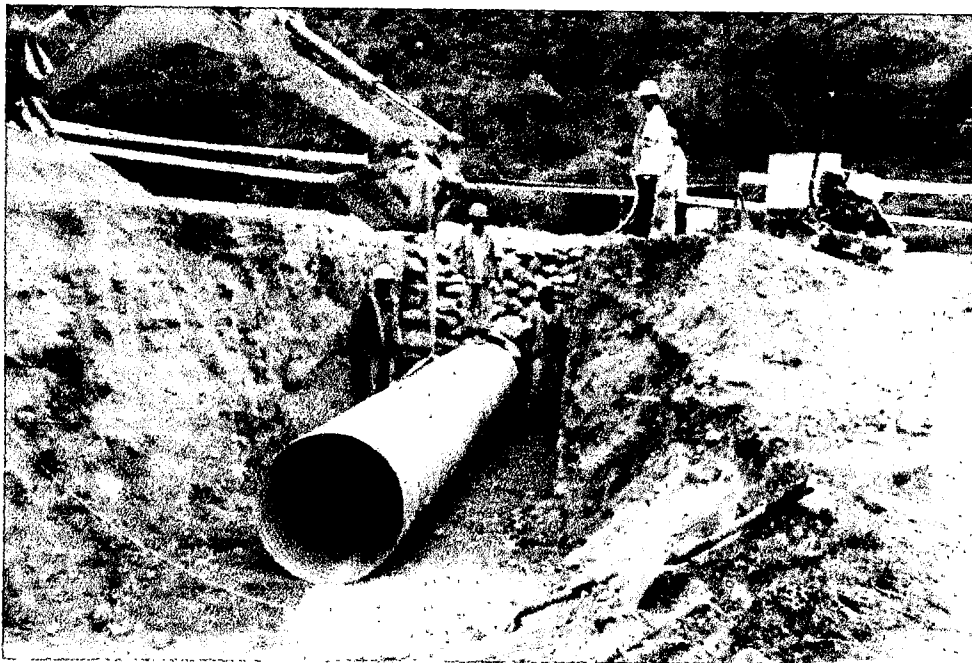


CABEZAL TIPO ALAS
ALCANTARILLA TMC 36"

Escala S / E



DISEÑO DE CUNETETA



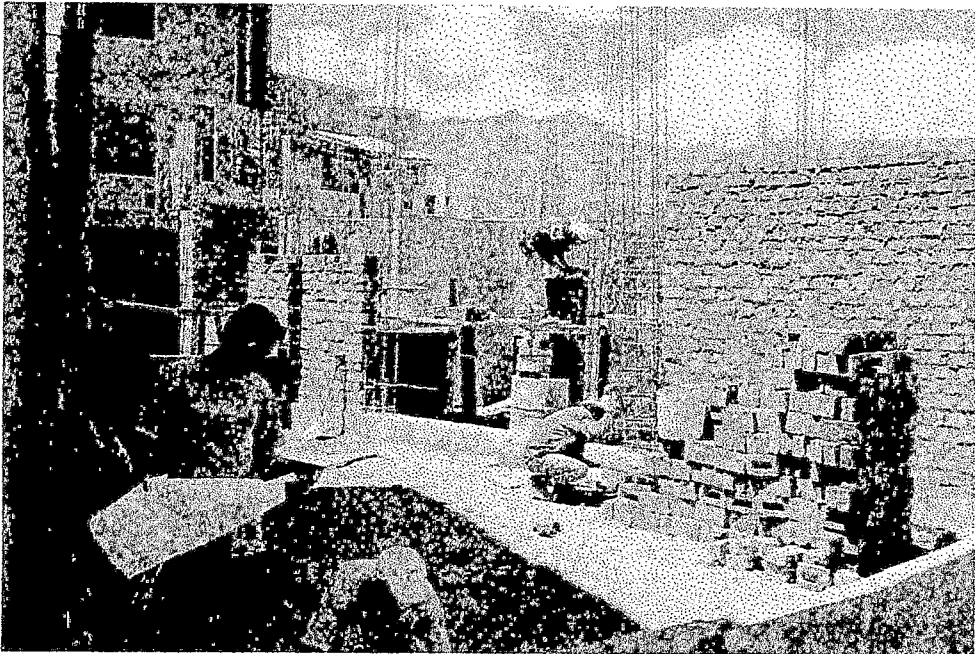
Colocación del tubo: ALC 01+458



Colocación del tubo: ALC 0+920

ANEXO N° 06

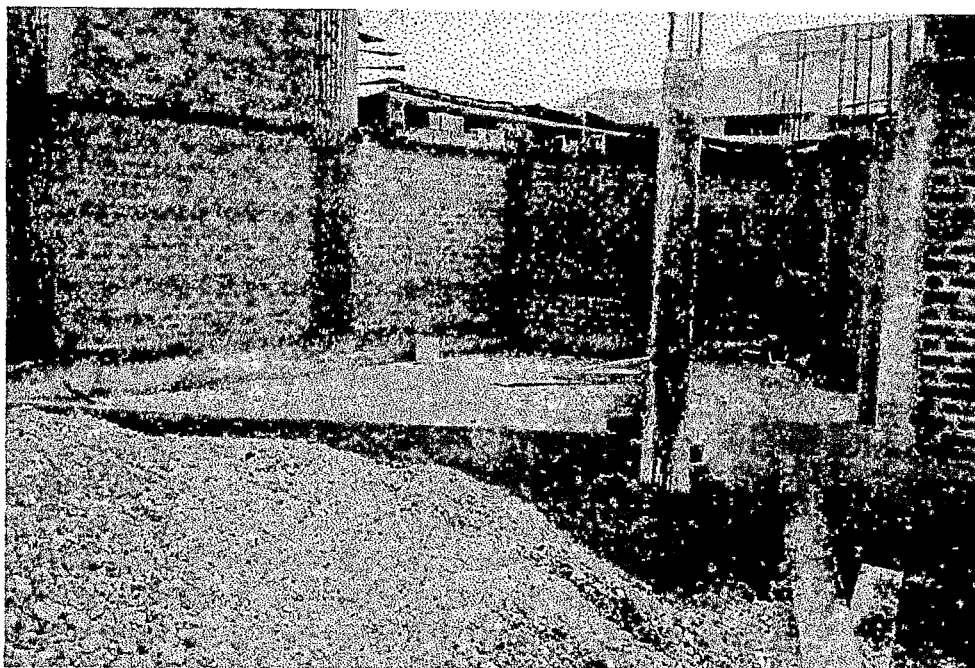
**Planos, detalles y fotos
Estudio de caso 3**



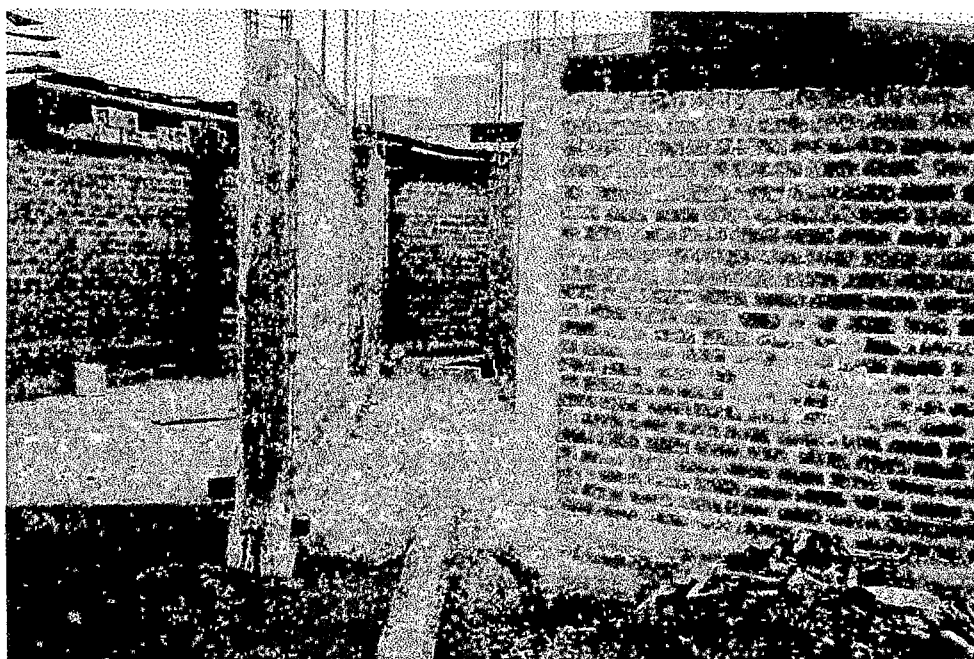
Asentado de ladrillo de los muros



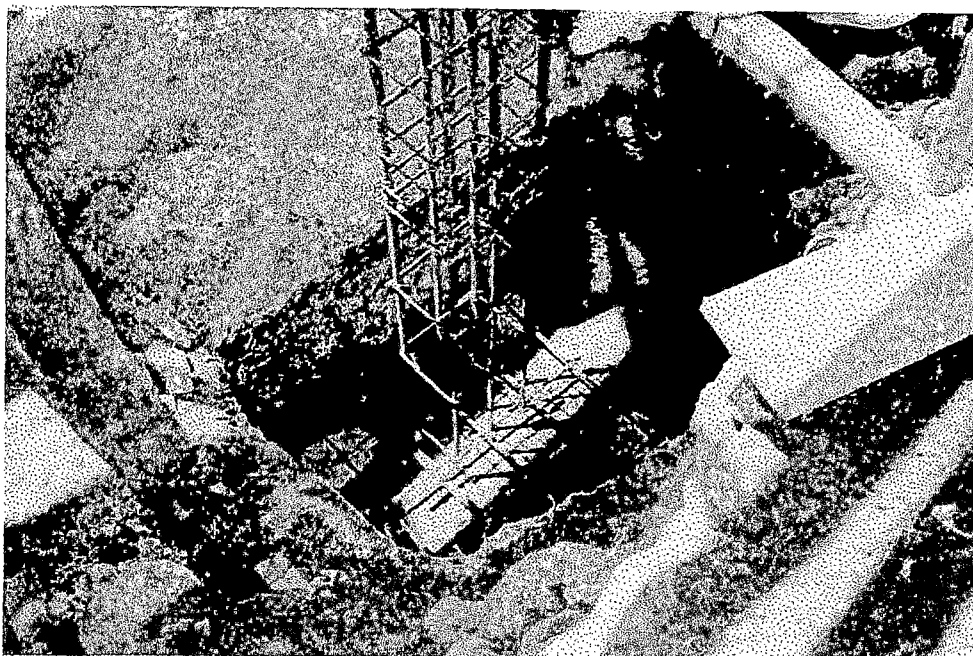
Durante el asentado de ladrillo se dejó en la pared los respectivos canales para el paso de las montantes del sistema de desagüe



Vista frontal de la edificación



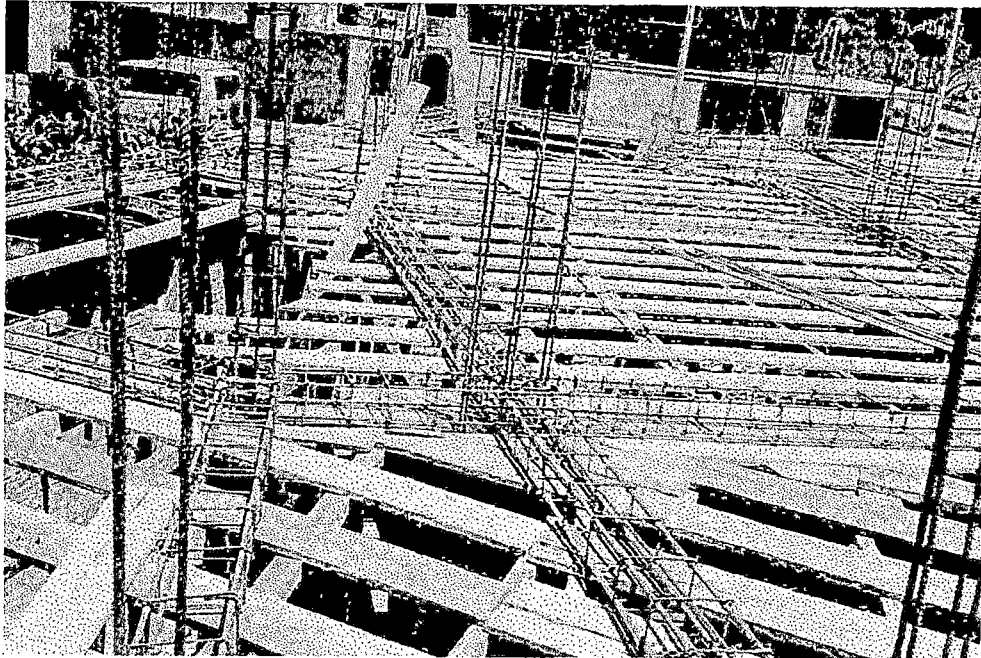
Vista frontal de la edificación



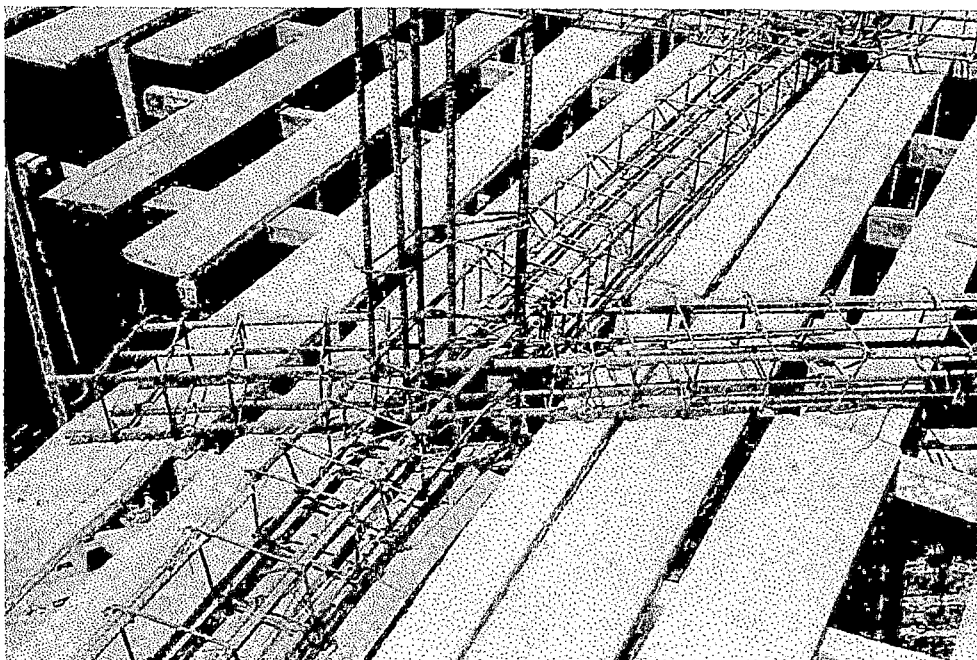
Zapata de columna lista para ser llenada



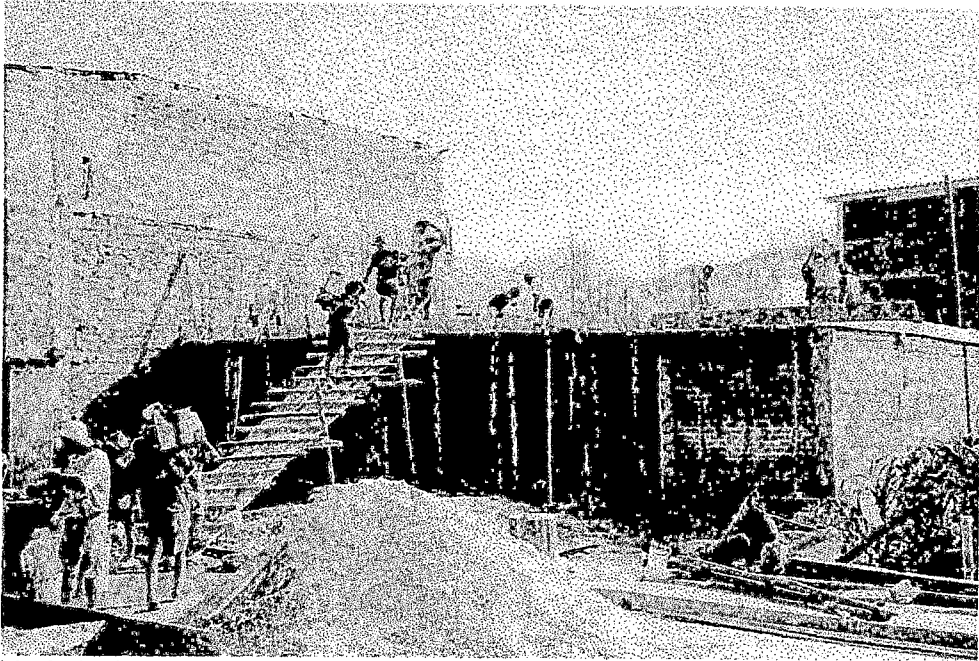
Vista del encofrado del techo aligerado



Vista del armado de las vigas del techo aligerado



Vista de la unión de una viga y columna del techo aligerado



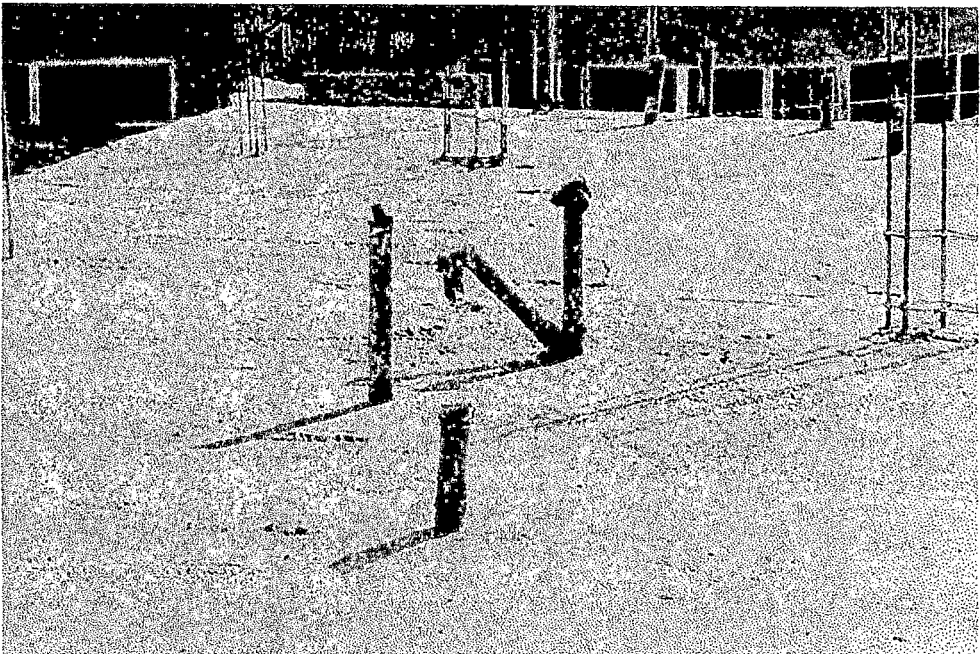
Vaciado del techo aligerado



Preparación del concreto para el techo aligerado



Nivelación de la losa del techo aligerado



Losa del techo aligerado terminada

ANEXO N° 07

Calculo del ahorro de plazo y costo., Estudio de Caso 2 y3

Resumen Presupuesto Caso 2

PROPIETARIO : MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCION
 OBRA : REHAB. DE LA CARRETERA CHAMAYA - JAEN - SAN IGNACIO
 TRAMO : CHAMAYA - JAEN
 CONTRATISTA : CONSORCIO JAEN
 SUB-CONTRATISTA : LLANOS INGENIEROS SAC
 FECHA : JULIO DEL 2004

ITEM	DESCRIPCION	UND	TOTAL	P.U.		MONTO A VAL
				Contrato	EN	
			METR.	S/.	LIQ. FINAL	
1	Excavación no clasificada para estructuras	M3	1,313.34	8.42	11,058.32	
2	Relleno compactado para estructuras	M3	817.72	24.36	19,919.66	
3	Filtro drenante	M3	12.44	29.48	366.73	
3.1	Concreto f'c = 210 kg/cm2	M3	2.08	234.91	488.61	
4	Concreto f'c = 140 kg/cm2 + 30% PG	M3	48.09	163.91	7,882.46	
5	Concreto f'c = 175 kg/cm2 + 30% PG	M3	59.33	175.91	10,436.74	
6	Encofrado y desencofrado	M2	427.01	30.38	12,972.56	
7	Alcantarilla tipo TMC ϕ 36"	ML	167.67	248.24	41,622.40	
8	Emboquillado de piedra e=0.15 m.	M2	412.80	37.50	15,480.00	
9	Demolición de estructuras existentes	M3	36.13	132.60	4,790.84	
10	Tubería PVC - SAP D=3"	ML	24.60	7.97	196.06	
11	Acero de Refuerzo	KG	141.87	2.90	411.42	
12	CUNETAS TRIANGULARES 1.00 X 0.50 M	ML	545.00	89.00	48,505.00	

MONTO TOTAL : 174,130.82

PARTIDAS ANALIZADAS

CASO 2

Obra Rehabilitación de la Carretera Chamaya - Jaén

Fórmula Costos Estudio de Caso 2

Cliente MTC

Dpto Cajamarca

Prov.

Tarjeta

Jaén

0001

Distrito

Jaén

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Sub Total
1	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					
1.1	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	1,313.34	8.42	11,058.32	
2	<u>CONCRETO SIMPLE</u>					
2.1	CONCRETO FC=140KG/CM2 +30 % PG.	M3	48.09	163.91	7,882.43	18,940.75

Análisis de precios unitarios

Obra Rehabilitación de la Carretera Chamaya - Jaén

Fórmula Costos Estudio de Caso 2 **Fecha** 27/08/2004

Partida 1.1 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS

Rendimiento 100.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3** 8,42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.01	10.00	0.08
470104	PEÓN	HH	2.00	0.16	7.70	1.23
1.31						
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.86	0.03
490655	RETROEXCAVADORA CAT 426C	HM	1.00	0.08	88.50	7.08
7.11						

Partida 2.1 CONCRETO FC=140KG/CM2 + 30 % PG. PRESUPUESTO

Rendimiento 20.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3** 163.91

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.04	10.00	0.40
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.40	9.00	3.60
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.40	8.50	3.40
470104	PEÓN	HH	6.00	2.40	7.70	18.48
25.88						
Materiales						
			0.04			
050221	PIEDRA GRANDE	M3		0.32	20.00	6.40
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		5.25	17.50	91.88
380000	HORMIGÓN	M3		0.84	39.50	33.18
390500	AGUA	M3		0.14	3.10	0.43
131.89						
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	18.12	0.54
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	14.00	5.60
6.14						

Partida 2.2 CONCRETO FC=140KG/CM2 + 30 % PG. OBRA

Rendimiento 24.00 M3/DIA **Costo unitario directo por : M3** 159.60

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.03	10.00	0.33
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.33	9.00	3.00
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.33	8.50	2.83
470104	PEÓN	HH	6.00	2.00	7.70	15.40
21.57						
Materiales						
050221	PIEDRA GRANDE	M3		0.32	20.00	6.40
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		5.25	17.50	91.88
380000	HORMIGÓN	M3		0.84	39.50	33.18
390500	AGUA	M3		0.14	3.10	0.43
131.89						
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	18.12	0.54
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.40	14.00	5.60
6.14						

CASO 2

Partida: Excavación no clasificada para estructuras

Actividad: Excavacion de Zanja de una Alcantarilla con una retroexcavadora

PROPIETARIO : MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCION
 OBRA : REHAB. DE LA CARRETERA CHAMAYA - JAEN - SAN IGNACIO
 TRAMO : CHAMAYA - JAEN

Calculo del ahorro de Horas-Maquinas y Costo

ITEM	DESCRIPCION			UND	DURACION PREVISTA	COSTO PREVISTO	DURACION EN OBRA	COSTO EN OBRA
1	Excavación no clasificada para estructuras			M3	HM	S/.	HM	S/.
	ALC	1	0+485.39	106.08	8.49	751.0	8.10	716.85
	ALC	2	0+650.66	142.60	11.41	1,009.6	11.30	1,000.05
	ALC	3	0+920.31	127.04	10.16	899.4	10.00	885.00
	ALC	4	1+137.28	78.62	6.29	556.6	5.80	513.30
	ALC	5	1+458.36	78.79	6.30	557.8	5.90	522.15
	ALC	6	8+963.84	123.33	9.87	873.2	8.50	752.25
	ALC	7	9+684.23	87.50	7.00	619.5	7.00	619.50
	ALC	8	10+858.80	114.98	9.20	814.1	9.00	796.50
	ALC	9	12+159.00	102.99	8.24	729.2	7.50	663.75
	ALC	10	13+677.60	144.67	11.57	1,024.3	11.50	1,017.75
	ALC	11	15+711.70	134.20	10.74	950.1	10.10	893.85
	ALC	12	16+228	72.54	5.80	513.6	5.00	442.50
	TOTAL1 (HM y Costo Retroexc.)				105.07	9,298.4	99.70	8,823.45
	Costo Mano Obra Y Herramientas					1,759.87		1,759.87
	COSTO TOTAL					11,058.32		10,583.32

Ahorro HM	5.4	5.1%
Ahorro Costo	475.00	4.3%

Rendimiento	(m3/dia)
Retroexcavadora	100.00
Costo	HM
Retroexcavadora	88.50

CASO 2

Partida: Concreto 140 kg/cm² + 30% PG.

Actividad: Preparación y vaciado del concreto de las zapatas de los cabezales

PROPIETARIO : MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCION
 OBRA : REHAB. DE LA CARRETERA CHAMAYA - JAEN - SAN IGNACIO
 TRAMO : CHAMAYA - JAEN

Calculo del ahorro de costo

ITEM	DESCRIPCION			UND	COSTO PREVISTO	COSTO EN OBRA
1	Concreto 140kg/cm ² + 30%PG			M3	S/.	S/.
	ALC	1	0+485.39	4.26	698.3	679.90
	ALC	2	0+650.66	4.26	698.3	679.90
	ALC	3	0+920.31	4.26	698.3	679.90
	ALC	4	1+137.28	1.88	308.2	300.05
	ALC	5	1+458.36	4.26	698.3	679.90
	ALC	6	8+963.84	3.76	616.3	600.10
	ALC	7	9+684.23	3.76	616.3	600.10
	ALC	8	10+858.80	6.16	1,009.7	983.14
	ALC	9	12+159.00	6.99	1,145.7	1,115.60
	ALC	10	13+677.60	3.76	616.3	600.10
	ALC	11	15+711.70	3.76	616.3	600.10
	ALC	12	16+228	0.98	160.6	156.41
COSTO TOTAL					7,882.44	7,675.20

Ahorro Costo	207.24	2.6%
---------------------	---------------	-------------

Costo Concreto	1 M3
fc=140kg/cm ² +30% PG	163.91
Costo Concreto en Obra	1 M3
fc=140kg/cm ² +30% PG	159.60

Calculo del ahorro de plazo y costo

CASO 2

PROPIETARIO : MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCION
 OBRA : REHAB. DE LA CARRETERA CHAMAYA - JAEN - SAN IGNACIO
 TRAMO : CHAMAYA - JAEN

ITEM	DESCRIPCION	UND	DURACION PREVISTA (dias)	COSTO PREVISTO (S/.)	DURACION DE OBRA (dias)	COSTO EN OBRA (S/.)	AHORRO DE PLAZO (%)	AHORRO COSTO (%)
1	Excavación no clasificada para estructuras	1313.34	13.13	11,058.32	12.46	10,583.32	5.1%	4.3%
2	Concreto fc=140kg/cm2 + 30%PG	48.09	3.0	7,882.43	3.0	7,675.20	0.0%	2.6%
PROMEDIO DE AHORROS							2.6%	3.5%
TOTAL			16.13	18,940.75	15.46	18,258.52		

Ahorro Costo Real	632.23	3.6%
Ahorro Plazo Real	0.7	4.2%

Rendimiento	(m3/dia)
Retroexcavadora	100.00
Costo (S/.)	HM
Excavacion no calificada para estruc.	8.42
Rendimiento	(m3/dia)
Concreto fc=140kg/cm2 + 30%PG	20.00
Costo (S/.)	HM
Concreto fc=140kg/cm2 + 30%PG	163.91

PARTIDAS ANALIZADAS
CASO 3

S10
CCCEIC

Página : 1
Fecha : 10/01/2006 10:49:31a.m.

Presupuesto

Obra 0491081 EDIFICIO MULTIFAMILIAR

Fórmula 02 caso 3

Cliente PROPIETARIO

Departamento CAJAMARCA

Provincia CAJAMARCA

Tarieta 0001 Costo al 01/12/2004
Distrito CAJAMARCA

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
2.1	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS HASTA 1.40 MT M3 TERRENO NORMAL	M3	101.38	13.66	1,384.85		
2.2	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30.00 MT (A M3 MANO USANDO CARRETILLA)		126.73	7.97	1,010.04		2,394.89
3	CONCRETO SIMPLE						
3.1	CONCRETO 1:10 +30% P.G. PARA CIMIENTOS CORRIDOS	M3	44.34	129.49	5,741.59		
3.2	CONCRETO F'c=175 KG/CM2. PARA ZAPATAS	M3	12.74	217.33	2,768.78		8,510.37
	COSTO DIRECTO						10,905.26

SON : DIEZ MIL NOVECIENTOS CINCO Y 26/100 NUEVOS SOLES

Análisis de precios unitarios

Obra 0491081 EDIFICIO MULTIFAMILIAR

Fórmula 02 caso 3

Fecha 01/12/2004

Partida 2.1 EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS HASTA 1.40 MT TERRENO NORMAL
Rendimiento 3.500 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 13.66

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2286	8.00	1.83
470104	PEON	HH	1.00	2.2857	5.00	11.43
13.26						
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.26	0.40
0.40						

Partida 2.2 ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30.00 MT (A MANO USANDO CARRETILLA)
Rendimiento 6.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 7.97

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.1333	8.00	1.07
470104	PEON	HH	1.00	1.3333	5.00	6.67
7.74						
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.74	0.23
0.23						

Partida 3.1 CONCRETO 1:10 +30% P.G. PARA CIMIENTOS CORRIDOS
Rendimiento 24.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 129.49

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0333	8.00	0.27
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.6667	7.50	5.00
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.6667	7.00	4.67
470104	PEON	HH	8.00	2.6667	5.00	13.33
23.27						
Materiales						
050009	PIEDRA GRANDE DE 8"	M3		0.5040	28.00	14.11
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		3.0450	16.50	50.24
380000	HORMIGON	M3		0.8700	41.77	36.34
390500	AGUA	M3		0.1050	2.85	0.30
100.99						
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	23.27	0.23
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.3333	15.00	5.00
5.23						

Calculo del ahorro de plazo y costo

CASO 3

OBRA : CONSTRUCCION DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR

ITEM	DESCRIPCION	UND	DURACION PREVISTA (dias)	COSTO PREVISTO (S/.)	DURACION DE OBRA (dias)	COSTO EN OBRA (S/.)	AHORRO DE PLAZO (%)	AHORRO COSTO (%)
1	Excavación de zanjas y zapatas	101.38	4.0	1,384.85	4.0	1,250.00	0.0%	9.7%
	Eliminación de material excedente	126.73	4.5	1,010.04	4.0	1,000.00	11.1%	1.0%
	Concreto 1:10 + 30%PG para cimientos corridos	44.34	2.00	5,741.59	2.00	5,715.00	0.0%	0.5%
	Concreto F'c=175KG/CM2 para zapatas	12.74	1.00	2,768.78	1.00	2,620.00	0.0%	5.4%
	PROMEDIO DE AHORROS						2.8%	4.1%
	TOTAL		11.50	10,905.26	11.00	10,585.00		

Ahorro Costo Real	320.26	2.9%
Ahorro Plazo Real	0.5	4.3%

Costo excavación (S/.)	13.65
Costo eliminación (S/.)	7.97
Costo concreto 1:10 + 30%PG	129.49
Costo concreto f'c=175kg/cm2	217.33

ANEXO N° 08

**Resumen de la base de datos de experiencias aprendidas,
Estudio de Caso 1**

Anexo 8

Resumen de la base de datos de experiencias aprendidas, Estudio de Caso 1

Este anexo sólo presenta un resumen de las principales experiencias aprendidas por la empresa en obras anteriores (Estudio de Caso 1). Este resumen ha sido obtenido principalmente por registro oral del personal que participó en determinada obra y que aún se encuentra en la empresa. Esta lista no es definitiva pues sólo registra las experiencias de la empresa estudiada en el caso 1

1. Uno de los principales problemas durante la rehabilitación de una carretera a nivel de subrasante son las canteras, debido a la oposición de su explotación por parte de los propietarios. Durante el proceso de licitación de una obra se recomienda consultar a la entidad licitante la situación de propiedad de las canteras, pues generalmente el presupuesto no incluye ninguna partida sobre el costo de las canteras. De no solucionar la entidad licitante esta dificultad, durante la construcción de la obra se debe entablar un continuo diálogo con los propietarios para que permitan la explotación de la cantera.

2. Generalmente en obras de rehabilitación de carreteras a nivel de subrasante los estudios no prevén los pases de riego existentes que los pobladores de la comunidad usan para regar sus cultivos. Para solucionar esta dificultad se recomienda lo siguiente:

Cuando los cultivos se ubican en áreas aledañas al talud inferior de la carretera, los agricultores captan las aguas de las quebradas y/o reservorios y las conducen a las parcelas de cultivo por la cuneta de tierra de la vía existente derivándolas sin control hacia los terrenos irrigar. Para mantener el sistema de riego existente se conduce las aguas por la cuneta mejorada adyacente de la carretera, para el cruce de riego en la carretera se usa alcantarillas especiales (pases de agua) constituidas por cabezales, tubos de PVC de D=0.20m embebidos en concreto y salida emboquillada.

3. Es una carretera es indispensable mantener el libre tránsito de vehículos, para salvar esta dificultad durante la excavación de zanjas en la plataforma de la vía se recomienda usar los puentes de madera sobre la zanja para que los vehículos puedan transitar libremente. Se debe en lo posible tratar de hacer un desvío provisional cuando se realizan las excavaciones en la plataforma de la vía.

4. Durante la construcción de una obra existen casos en donde se presentan deductivos y adicionales al presupuesto inicial. Para evitar estas dificultades se debe revisar los metrados de las partidas del presupuesto y consultarlos durante el proceso de licitación. Además se debe visitar el lugar de la obra para constatar en el terreno los metrados que fueran necesarios.
5. Durante la construcción de una obra existen muchas obras que no han sido consideradas en el expediente técnico, pero su realización resulta indispensable para continuar con los trabajos. Estos trabajos se deben considerar como adicionales.
6. Durante el proceso de compactación de la plataforma en el caso de existir manantiales en la plataforma se debe construir un subdren para desaguar el agua y así evitar los problemas de compactación de la plataforma.
7. Respecto a la construcción de las cuentas muchas veces estas se encuentran en roca firme, lo que hace difícil su conformación. Par solucionar esta dificultad se recomienda realizar las voladuras necesarias para conformar la cuneta.
8. En épocas de lluvia durante la rehabilitación de una carretera es fundamental iniciar los trabajos los más temprano posible pues generalmente en la tarde se presentan las lluvias deteniendo los trabajos en la subrasante.
9. La construcción de las obras de arte de una carretera no se deben detener por ningún motivo incluso en tiempo de lluvias se debe seguir construyendo.
10. En toda obra se debe tener un programa de seguimiento actualizado para ver el avance real de la obra y no solo guiarse de una de la experiencia del ingeniero residente.
11. Durante la construcción de una obra el control de maquinaria pesada es fundamental para poder controlar las hora maquinas (HM).