

Examen de Asociado de Construcción Certificado

(Certified Associate Constructor Exam)

Guía de Estudio Oficial

PARTE I

Prefacio · Capítulo 1: Habilidades de Comunicación · Capítulo 2: Conceptos de Ingeniería

Revisado en diciembre de 2022

AVISO DE DERECHOS Y RESPONSABILIDAD

Esta Guía de Estudio es una publicación del American Institute of Constructors (Instituto Americano de Constructores, AIC) y de la Comisión de Certificación de Constructores del AIC (AIC Constructor Certification Commission), una sociedad profesional sin fines de lucro para el constructor en ejercicio.

La Comisión de Certificación de Constructores del AIC (AICCCC) y el American Institute of Constructors (AIC) no asumen ninguna responsabilidad por lesiones personales o daños materiales sufridos por cualquier persona u organización que haga uso del material aquí contenido. El uso de estos materiales tiene fines exclusivamente educativos y de asesoría.

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en un sistema de recuperación de información, o transmitida, de ninguna forma o por ningún medio, electrónico, mecánico, fotocopiado, grabación o de otro tipo, sin el permiso previo por escrito del editor.

Copyright enero de 2016

Revisado en septiembre de 2016

Revisado en febrero de 2018

Revisado en agosto de 2018

Revisado en diciembre de 2021

Revisado en diciembre de 2022

Todos los Derechos Reservados

American Institute of Constructors

19 Mantua Road | Mount Royal, NJ 08061

Tel: (703) 683-4999

info@professionalconstructor.org | <https://aic-builds.org>

PREFACIO

EL ASOCIADO DE CONSTRUCCIÓN CERTIFICADO

¡Felicitaciones por su decisión de presentar el Examen de Asociado de Construcción Certificado (CAC) Nivel 1! Quienes presentan y aprueban este examen se distinguen como personas que cuentan con una base sólida de conocimientos y habilidades en construcción. Quienes poseen esta certificación pueden demostrar con confianza a los empleadores que tienen una competencia central y están listos para contribuir de manera significativa a la industria de la construcción. Quienes han obtenido la certificación CAC aportan valor a cualquier proyecto, ya que han verificado que poseen las habilidades y conocimientos necesarios para tener éxito, con base en un cuerpo de conocimiento en constante evolución. Además, cada titular del certificado CAC se compromete a cumplir con el código de ética del AIC, garantizando que sea un miembro profesional y ético de la industria.

PROPÓSITO DE LA GUÍA DE ESTUDIO

Esta guía de estudio está diseñada para ayudar a enfocar los esfuerzos de estudio del candidato al examen. La guía de estudio no pretende sustituir una educación de 4 años en construcción y gestión de la construcción, y puede no contener todos los conceptos evaluados en el examen. Sin embargo, aborda todas las áreas temáticas principales para verificar una comprensión general y proporcionar recursos adicionales para que el candidato adquiera habilidades y conocimientos adicionales. En los capítulos se incluyen preguntas para que el candidato evalúe su nivel de comprensión y determine en qué áreas necesita estudiar más.

CÓMO FUNCIONA LA CERTIFICACIÓN

La certificación es un proceso voluntario y no gubernamental que reconoce la educación y/o experiencia de una persona que cumple con ciertos criterios y estándares. Es una prueba continua del compromiso con la ética y el profesionalismo, y es algo que se mantiene durante toda la carrera de una persona. Para certificarse, una persona debe cumplir con los requisitos de elegibilidad, solicitar un examen y, una vez aprobada la solicitud, presentar el examen. Al aprobar el examen y aceptar el Acuerdo de Certificación del AIC, la persona recibe la certificación de Asociado de Construcción Certificado.

CÓMO CALIFICAR PARA EL EXAMEN

Para presentar el Examen de Asociado de Construcción Certificado, un candidato debe cumplir con ciertos requisitos de elegibilidad. Para calificar, debe cumplir uno de los siguientes requisitos:

- Haberse graduado o estar programado para graduarse de un programa acreditado de Gestión de la Construcción de 4 años.
- Haber obtenido 4 años de experiencia y/o educación calificada, o una combinación de ambas.

Al aprobar el Examen de Asociado de Construcción Certificado, la persona recibirá la credencial de Asociado de Construcción Certificado (CAC).

EL EXAMEN

El examen CAC está compuesto por 300 preguntas de opción múltiple, presentadas durante dos sesiones de 4 horas en un mismo día. El examen se ofrece dos veces al año, en primavera y otoño, en más de 60 sedes a lo largo del país. Más de 50 programas universitarios de Gestión de la Construcción administran actualmente el examen CAC, y la mayoría lo exige como parte del currículo de su programa.

MANTENIMIENTO DE LA CREDENCIAL

Después de obtener la credencial CAC, debe participar en el Programa de Desarrollo Profesional Continuo (CPD). Este programa garantiza que cada certificado se mantenga actualizado en las tendencias y la educación de la industria. Cada certificación individual tiene una vigencia de dos años, a partir del primer año completo después de obtener la certificación. Para mantener la credencial CAC en buen estado, la persona debe pagar una cuota anual de CPD, facturada en noviembre del año anterior a su vencimiento. A los miembros del AIC se les exime de esta cuota. Tenga en cuenta que la certificación CAC no equivale a la membresía del AIC. Los Asociados de Construcción solo pueden mantener su designación durante 10 años, después de los cuales deben presentar el examen CPC si desean mantener su certificación profesional.

CAPÍTULO 1

HABILIDADES DE COMUNICACIÓN



Contenido del capítulo: Comunicación Oral (2) · Correspondencia Escrita (3) · Informes de Construcción (7) · Reuniones de Construcción (10)

CAPÍTULO 1 ► HABILIDADES DE COMUNICACIÓN

COMUNICACIÓN ORAL

La capacidad de un gerente para liderar y motivar a las personas depende en gran medida de su habilidad para comunicarse oralmente de manera efectiva. La comunicación oral es el intercambio de comprensión por medios verbales y, a menudo, no verbales. La forma en que una persona verbaliza una conversación afecta directamente el significado, la intención percibida y la comprensión de la conversación interpretada por el oyente. El tono, el volumen y la velocidad con que alguien habla juegan un papel importante en cómo se entiende un mensaje. Además, debido a que gran parte de la comunicación oral se realiza cara a cara, los gestos con las manos, el lenguaje corporal, el contacto visual y la apariencia suelen desempeñar un papel importante en la comunicación efectiva.

La forma en que se transmite la información es importante porque varios estudios sugieren que la manera en que se presenta la información afecta directamente cuánto de ella retiene el receptor. En general, las personas recuerdan:

- 10 % de lo que escuchan,
- 20 % de lo que leen,
- 30 % de lo que ven, y
- 50 % de lo que escuchan y ven.

Y quienes hablan (emisores) recuerdan:

- 70 % de lo que dicen, y
- 90 % de lo que dicen y hacen.

Las siguientes secciones destacan varias formas comúnmente utilizadas de comunicación oral en la construcción.

EXPOSICIONES Y PRESENTACIONES FORMALES

En la comunicación oral, una presentación ocurre cada vez que alguien expone verbalmente un tema ante una audiencia. Las presentaciones pueden ser formales (por ejemplo, una presentación de ventas a un cliente potencial) o informales (por ejemplo, presentar un nuevo negocio en una reunión semanal de avance) y pueden involucrar audiencias que van desde una persona hasta cualquier número de personas. Independientemente del tipo de presentación o del tamaño de la audiencia, para ser efectivo, el presentador debe:

- vestirse de manera apropiada para la situación,
- mantener buena higiene personal,
- hablar con claridad y a un ritmo moderado,
- evitar hablar demasiado bajo o demasiado alto,
- hacer pausas entre oraciones y puntos,
- evitar muletillas como “eh” o “bueno”,
- evitar gestos excesivos con las manos,
- mantener contacto visual con la audiencia,

- mantener el mensaje breve y centrado en el tema, y
- evitar presentar información excesiva o adicional que pueda distraer a la audiencia del mensaje que se está presentando.

ESCUCHA

En la comunicación oral, escuchar de manera efectiva es tan importante como hablar. Al escuchar, una persona debe:

- mantener contacto visual con quien habla;
- mantener una postura corporal atenta y adecuada, sin encorvarse, mecerse o reclinarse en el asiento;
- apagar, cerrar y/o silenciar los dispositivos electrónicos;
- escuchar objetivamente con la intención de comprender la perspectiva de quien habla; y
- guardar las preguntas hasta que el orador termine de hablar.

TELÉFONO

Las conversaciones telefónicas son una de las formas de comunicación a distancia más utilizadas en la construcción. Para mantener la efectividad al comunicarse por teléfono, se debe:

- hablar con claridad y a un ritmo moderado;
- evitar hablar muy suave o muy fuerte;
- minimizar el ruido de fondo;
- evitar el uso de altavoces (manos libres) en áreas ruidosas, con interrupciones frecuentes y donde las conversaciones puedan ser escuchadas fácilmente por otros; y
- mantener las conversaciones breves y centradas en el tema.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – COMUNICACIÓN ORAL

1. ¿Qué porcentaje de las conversaciones recuerdan los oyentes de lo que escuchan? A. 10 % B. 30 % C. 50 % D. 90 %
2. ¿Qué porcentaje de las conversaciones recuerdan los hablantes de lo que dicen y hacen? A. 30 % B. 50 % C. 70 % D. 90 %
3. Al dar presentaciones, ¿cuál de las siguientes acciones deben realizar las personas? A. presentar información adicional más allá de su objetivo principal para demostrar su experiencia B. hablar rápido para transmitir la mayor cantidad de información posible C. hablar lo más fuerte posible para asegurarse de ser escuchados D. mantener la conversación breve y centrada en el tema
4. ¿Cuál de las siguientes acciones deben realizar las personas para escuchar de manera efectiva? A. mantener el volumen del celular alto para no perder una llamada B. escuchar objetivamente con la intención de comprender la perspectiva del orador C. hacer preguntas en el momento en que se les ocurren para no olvidarlas después D. evitar el contacto visual con quien habla

CORRESPONDENCIA ESCRITA

La construcción es un proceso complejo que a menudo se desarrolla durante un periodo prolongado de tiempo. Como resultado, la correspondencia escrita se utiliza ampliamente para comunicar y documentar con claridad el intercambio de información. Casi todos los contratos y acuerdos de construcción requieren algún tipo de correspondencia escrita para documentar solicitudes, instrucciones y cambios.

Toda la correspondencia escrita de construcción debe estar bien pensada para que comunique el mensaje deseado de forma precisa y completa, siendo lo más breve posible. La correspondencia escrita no debe contener lenguaje emocional, explícito o de tipo SMS; jerga; emojis; palabras escritas en mayúsculas; ni fuentes grandes, llamativas o multicolores. Las siguientes secciones destacan varias formas comúnmente utilizadas de correspondencia escrita en la construcción.

CARTA DE ENVÍO (TRANSMITTAL)

Una carta de envío, o simplemente “transmittal”, es una carta de presentación que acompaña a otros documentos. Identifica el contenido del documento o los artículos que se envían y registra la fecha de envío. Las cartas de envío se usan comúnmente al enviar elementos como envíos de aprobación (submittals), planos de taller, muestras, contratos y órdenes de cambio. Una carta de envío típica debe incluir, como mínimo, el nombre y la dirección del remitente, el nombre y la dirección del destinatario, el nombre y número del proyecto, la descripción de los artículos enviados, el número de copias de los artículos y notas o instrucciones relacionadas con ellos.

Para más información, consulte a Mincks & Johnston en la lista de referencias.

CARTA COMERCIAL

En la construcción, las cartas comerciales se utilizan comúnmente como correspondencia formal para solicitar información o acción, responder a una solicitud, exponer una posición o presentar una explicación. En general, las cartas tienden a tener más peso que los correos electrónicos u otros medios de comunicación menos formales, y se reservan para asuntos de gran importancia. Las cartas deben ser específicas para un solo proyecto y abordar un único tema. Todas las cartas de un proyecto deben tener un formato consistente. Una carta comercial siempre debe incluir el nombre y la dirección de la empresa remitente, la fecha de la carta, el nombre y la dirección del destinatario, el asunto, el saludo, el contenido o cuerpo, el cierre de cortesía, la firma del remitente, el nombre y cargo del remitente, una lista de los anexos y las copias. La Figura 1-1 muestra un formato típico de carta comercial.

Para más información, consulte a Mincks & Johnston en la lista de referencias.

Figura 1-1 Ejemplo de Carta Comercial

G&J Construction

2134 Lee Street
Busy City, SC 29876
(864) 555-5500
Fax: (864) 555-5501

July 20, 2015

PQR Plumbing
P.O. Box 123
Busy City, SC 29876
Attn: James Smith

RE: Closeout Documents
Big Office Building, Busy City, SC
G&J Project Number: 2015-012

Dear Mr. Smith:

Please be advised that the above referenced project is now substantially complete. Your firm is required to submit four (4) copies of plumbing as-built documents, warranties and operation and maintenance manuals in compliance with the project's closeout and warranty requirements. All warranties should begin on date of substantial completion, July 15, 2015. All closeout documents should be delivered to G&J Construction corporate office no later than July 27, 2015.

Please contact me if you have any questions regarding your required documents.

Sincerely,



Joe Joseph
Project Manager

C.C. File 3.1

MEMORANDO

Un memorando, o memo, es un tipo de correspondencia escrita menos formal que se utiliza para notificar o informar al lector sobre un tema. Los memos se usan a menudo internamente para notificar o aclarar a los empleados sobre cambios de política, procedimientos o asuntos disciplinarios. Externamente, los memos se usan a menudo para notificar o recordar a los subcontratistas información importante o próximas fechas límite o reuniones. Un memorando debe incluir la fecha del memo, los destinatarios, los remitentes, el asunto, el contenido o cuerpo, y las copias.

FAX

Aunque su uso ha disminuido con la llegada del correo electrónico, los facsímiles, o simplemente faxes, se utilizan como un método para enviar documentos electrónicamente de forma rápida y segura. Una máquina de fax escanea hojas de papel de 8.5 in. × 11 in. y las transmite/recibe electrónicamente marcando una línea telefónica dedicada. Los faxes pueden contener tanto texto como imágenes, y aunque existen máquinas de fax en color, los faxes normalmente se transmiten en blanco y negro.

Un fax puede consistir en una portada y documentos adjuntos, o puede ser un documento independiente, como un memo. Un fax debe incluir la fecha del fax, el nombre y número de fax del

destinatario, el nombre y número de fax del remitente, el asunto, el número de páginas enviadas y la descripción de los elementos enviados y/o el mensaje.

CORREO ELECTRÓNICO

El correo electrónico, o e-mail, es un mensaje electrónico versátil comúnmente utilizado para la correspondencia personal y comercial. El mensaje de un correo electrónico suele ser corto, pero puede escribirse con cualquier extensión. Independientemente de su longitud, los correos electrónicos deben seguir las mismas pautas generales que toda correspondencia escrita.

Uno de los principales beneficios de un correo electrónico es la capacidad de transmitir electrónicamente una amplia variedad de documentos mediante archivos adjuntos. Los archivos adjuntos pueden variar en extensión, tamaño, forma y color, y a menudo incluyen otras formas de correspondencia escrita y documentos de construcción, como cartas, memos, solicitudes de información (RFI), cronogramas, planos, fichas técnicas de productos y manuales. Al adjuntar un documento a un correo electrónico, es importante mencionar el archivo adjunto en el cuerpo del mensaje para evitar que se pase por alto.

Otro beneficio importante de los correos electrónicos es que se almacenan con facilidad, proporcionando una documentación conveniente de la correspondencia. Debido a su uso frecuente, es fácil volverse cada vez más informal en la forma de escribirlos. Es importante recordar que son una forma profesional de comunicación que potencialmente podría tener el mismo peso legal que una carta formal. Se debe tener cuidado con el tono, la gramática y la minuciosidad en todos los correos electrónicos, especialmente con clientes u otros destinatarios de alto valor.

MENSAJES DE TEXTO

Con el creciente uso de los teléfonos inteligentes, el envío de mensajes de texto se está convirtiendo en una forma frecuente de comunicación tanto personal como comercial. El mensaje de texto es una forma informal de comunicación escrita enviada electrónicamente, típicamente entre teléfonos móviles. Al igual que el correo electrónico, los mensajes de texto están disponibles al instante y a menudo incorporan mensajes cortos y abreviados, y algunos teléfonos limitan la longitud de cada mensaje. Debido a la longitud limitada del mensaje y la naturaleza de los textos, suele existir una tendencia de los remitentes a usar lenguaje de tipo SMS y emojis. Como con otras formas de correspondencia escrita, al enviar un mensaje de texto comercial se debe evitar el lenguaje SMS y los emojis.

Muchos teléfonos también permiten enviar fotos y videos cortos por mensaje de texto. Se debe usar discreción, y el remitente debe verificar que el destinatario previsto pueda recibir fotos o videos antes de enviarlos en un mensaje de texto. Almacenar y documentar los mensajes de texto suele ser difícil. Al recibir una instrucción para proceder, una respuesta a una RFI, o cualquier información que afecte el cronograma o el alcance, se prefiere un correo electrónico u otra comunicación escrita formal como medio de comunicación.

REDES SOCIALES

Las redes sociales son la forma más reciente de comunicación empresarial. De manera similar al sitio web de una empresa, las redes sociales pueden usarse de diversas formas, desde proporcionar actualizaciones y notificaciones del sitio de obra hasta publicitar y conectar con propietarios y nuevos clientes. Para usar las redes sociales de manera efectiva, se deben seguir las mismas pautas generales aplicables a toda correspondencia escrita. El número de personas autorizadas a modificar y realizar

publicaciones públicas debe ser limitado. Debido a que la mayoría de los sitios de redes sociales son de dominio público, se debe tener especial cuidado al publicar información para garantizar que no se divulgue información confidencial, protegida o incriminatoria. Como regla general, las redes sociales deben usarse como un medio secundario de difusión de información. Una buena práctica es usar las redes sociales para proporcionar información general sobre un tema y luego dirigir al lector hacia una fuente primaria, como el sitio web de la empresa, una dirección de correo electrónico informativa o una persona de contacto para más detalles. Por ejemplo, use Twitter para informar a los subcontratistas sobre la publicación de un adendo que afecta al sistema de HVAC, pero pídeles que “consulten el Adendo N.º 23 en el sitio web del proyecto para más información”.

SOLICITUD DE INFORMACIÓN (RFI)

Una solicitud de información (RFI, por sus siglas en inglés) es un tipo formal de correspondencia escrita utilizada por los contratistas para buscar y documentar la aclaración de elementos en los documentos del proyecto que puedan ser poco claros, faltantes o que requieran más información. Las RFI deben incluir el nombre y la dirección del remitente, el nombre y la dirección del destinatario, el nombre y número del proyecto, y deben indicar claramente qué información se solicita y qué tipo de respuesta se necesita y cuándo. A menudo es una buena práctica presentar una posible solución al problema, pero se debe tener cuidado de no asumir responsabilidad de diseño.

Para más información, consulte a Mincks & Johnston en la lista de referencias.

ÓRDENES DE CAMBIO

Una orden de cambio es un tipo de correspondencia escrita formal que modifica el contrato o acuerdo escrito. Las órdenes de cambio pueden clasificarse como órdenes de cambio del propietario o del subcontratista. Las órdenes de cambio del propietario modifican el contrato entre el propietario y el contratista principal. Las órdenes de cambio de subcontrato modifican el contrato entre el contratista principal y el subcontratista. Las órdenes de cambio pueden ser emitidas por cualquiera de las partes contratantes, según los términos del acuerdo, pero no quedan completamente ejecutadas hasta que todas las partes las hayan aprobado. Las órdenes de cambio deben incluir la siguiente información:

- Nombres y direcciones de las partes contratantes: típicamente el propietario y el contratista principal para las órdenes de cambio del propietario, y el contratista principal y el subcontratista para las órdenes de cambio de subcontrato.
- Descripción detallada de los cambios: puede consistir en una narrativa de los cambios y/o referencia a otros documentos que detallen los cambios.
- Impacto en el cronograma de los cambios: indica las fechas o duraciones originales del proyecto, los ajustes debidos a los cambios, y las nuevas fechas o duración después de la ejecución de la orden de cambio.
- Impacto en el costo de los cambios: indica el monto del contrato original o previo, el impacto en el costo de los cambios, y el monto revisado del contrato después de la ejecución de la orden de cambio.
- Firmas: incluye espacio para las firmas de ambas partes contratantes y de las partes que deban aprobar (por ejemplo, las órdenes de cambio del propietario a menudo deben ser firmadas por el propietario, el contratista principal y el arquitecto o representante del propietario).

Para más información, consulte a Mincks & Johnston en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – CORRESPONDENCIA ESCRITA

5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera sobre el envío de mensajes de texto y una orden de cambio a un subcontratista? A. Es buena práctica enviar por texto la autorización de una orden de cambio a sus subcontratistas siempre que esté seguro de que tienen un teléfono inteligente. B. Es buena práctica que sus subcontratistas le envíen una RFI por texto antes de proceder con una solicitud de orden de cambio. C. Es buena práctica enviar un texto a su subcontratista indicando que una orden de cambio llegará más tarde en el día. D. Enviar enmiendas contractuales por mensaje de texto es buena práctica porque ahorra tiempo y guarda los cambios en la nube.
6. ¿Qué significa RFI? A. derecho de inclusión B. respuesta del instituto C. solicitud de información D. aislamiento regular de espuma
7. Una orden de cambio iniciada por el propietario debe incluir ¿cuál de los siguientes elementos? A. duración esperada de las actividades individuales descritas en la orden de cambio B. impacto potencial de costo futuro del cambio C. referencia a los documentos contractuales que describan el cambio en detalle D. subcontratistas que se utilizarán para completar el cambio

INFORMES DE CONSTRUCCIÓN

DIARIO DE OBRA (JOB DIARY)

Un diario de obra, o bitácora, es el registro personal de un individuo sobre las conversaciones y eventos diarios en un proyecto (Figura 1-2). Los diarios pueden escribirse a mano o de forma electrónica, y deben redactarse y fecharse diariamente, siendo mantenidos por cada miembro del equipo de gestión del proyecto (gerente de proyecto, asistente de gerente de proyecto, superintendente, asistente de superintendente, capataz, etc.). Los diarios se utilizan principalmente en disputas relacionadas con conversaciones o eventos específicos, y deben redactarse en un lenguaje claro, profesional, objetivo y preciso.

Figura 1-2 Ejemplo de Diario de Obra (Superintendente)

A continuación se presenta, a modo de ejemplo, un extracto traducido de una bitácora típica de superintendente correspondiente a un día de trabajo (lunes 11 de mayo), que documenta hora por hora eventos como el hallazgo de un charco de agua bajo una claraboya del techo, una charla de seguridad sobre escaleras, la ausencia de la cuadrilla eléctrica, la llegada de materiales de tablaroca, el descubrimiento de una discrepancia entre el plano de enmarcado y una columna estructural (con la RFI 05 correspondiente), la llegada de un frente de tormenta y el cierre de la jornada.

INFORMES DIARIOS

Un informe diario, también conocido comúnmente como bitácora diaria, es un registro instantáneo de las condiciones y actividades del día o turno en el sitio de obra (Figura 1-3). Los informes diarios suelen ser formularios preimpresos o electrónicos estandarizados que se completan diariamente y por cada turno, por parte del superintendente de obra, el asistente de superintendente o el capataz. Los formularios pueden variar según el contratista y/o el proyecto, y normalmente se utilizan como documento interno de comunicación entre el personal de campo y de oficina. Los informes diarios se usan a menudo en litigios y deben redactarse teniendo ese propósito en mente. La siguiente información se encuentra típicamente en un informe diario:

- Fecha: los informes a menudo incluyen la fecha del calendario, el día/turno del contrato y el número de informe.
- Nombre y número del proyecto: debido a que el informe diario suele ser un documento interno, debe usarse el nombre y número del proyecto del contratista; sin embargo, también pueden incluirse los nombres y números del propietario, del arquitecto y/u otros del proyecto.
- Persona que completa el informe: debe incluirse el nombre de la persona que completa el informe para el día/turno en particular.
- Clima y condiciones del terreno en el sitio: el informe debe incluir las condiciones climáticas y del terreno actuales y previas (desde el último informe), como la temperatura al inicio y al final de la jornada, y durante actividades sensibles a la temperatura (por ejemplo, vaciados de concreto); temperaturas máximas y mínimas diarias; cantidad y tipo de precipitación (si la hay); condiciones climáticas generales (nublado, soleado, neblina, ventoso, lluvioso, nevado); y condiciones generales del terreno del sitio (húmedo, seco, helado, cubierto de nieve, con agua estancada).
- Actividades en el sitio: incluir una breve descripción del trabajo realizado en el sitio durante el periodo del informe.
- Mano de obra del contratista: enumerar las cuadrillas/trabajadores del contratista que realizan trabajo en el sitio durante el periodo del informe, incluyendo una breve descripción del trabajo realizado y las horas de llegada y salida.
- Subcontratistas: enumerar las cuadrillas/trabajadores de los subcontratistas que realizan trabajo en el sitio durante el periodo del informe, con una breve descripción del trabajo y horarios de llegada y salida.
- Equipos: enumerar el equipo presente en el sitio durante el periodo del informe, incluyendo llegadas y salidas, así como horas de uso e inactividad.
- Entregas de materiales: enumerar los materiales entregados en el sitio durante el periodo del informe, incluyendo la empresa que entrega, descarga y recibe el material; la hora de recepción y descarga; y una breve descripción del material entregado.
- Visitantes: enumerar a todos los visitantes (representantes del propietario, profesionales de diseño, inspectores de edificación y código, oficios no empleados o que no estén trabajando actualmente en el sitio), junto con la hora de llegada y salida.
- Sucesos: dar una breve descripción de eventos notables ocurridos en el sitio durante el periodo del informe que no estén incluidos en alguna de las secciones anteriores. Estos elementos pueden incluir conflictos, accidentes, directivas del propietario/diseñador y órdenes de detención de trabajo.
- Firma y sello de fecha/hora: todos los informes deben estar firmados y fechados por la persona que los completa. Los informes electrónicos deben imprimirse, firmarse y fecharse, conservando una copia física en archivo, o firmarse electrónicamente, con sello de tiempo y protección/bloqueo para evitar manipulaciones futuras.

Para más información, consulte a Fisk & Reynolds en la lista de referencias.

Figura 1-3 Ejemplo de Informe Diario

Daily Report G&J Construction

Project No.: 2015-012		Date: Monday, May 11, 2015		68	1	Report No.: 50		
		(Calendar)		(Day)	(Shift)			
Project Name: Big Office Building, Busy City, SC				Report By: Greg Gregory, Superintendent				
				(Name/Title)				
Weather: Overnight rain; cloudy, cool day; light rain (2:30pm); afternoon rain storm with wind gust (3:00pm-3:45pm); site wet/muddy with some standing water								
62 °F Day/Shift High	☒ Rain	1.1" 7:15am	☐ Sunny/Clear	☐ Dry				
47 °F Day/Shift Low	☐ Snow	0.5" 4:00pm	☐ Partly Sunny/Cloudy	☒ Muddy				
°F at _____	☐ Mist/Fog	☐ Sleet	☒ Cloudy	☒ Standing Water				
°F at _____	☐ Hail/Size: _____		☐ Windy/Gust: 30 mph	☐ Snow/Amount: _____				
				☐ Ice/Amount: _____				
Temperature		Precipitation	Sky/Wind Conditions		Ground Conditions			
Jobsite Activities: Plumbing rough-in 1st floor restrooms, ductwork rough-in 1st floor column line B-G; blocking 1st floor; wall framing 2nd floor; roof flashing; stock gypsum board 1st floor								
G&J Labor: Activities: Blocking 1st floor walls, begin framing 2nd floor walls, secure site, assist w/gypsum board delivery								
1 Foremen	Cement Masons	1 Apprentices						
4 Carpenters	Concrete Finishers	1 Laborers						
Subcontractors:								
Company: PQR Plumbing				Workers:				
Scope: Plumbing/gas				Super/Foreman: James Smith				
Activities: Rough-in water distribution & sanitary piping 1st floor restrooms				Journeyman				
				Apprentice				
				Laborer				
Company: HotAIR Heating and Cooling				4 Journeyman				
Scope: HVAC				Super/Foreman: Jason Lucas				
Activities: Ductwork rough-in 1st floor column lines B-G				1 Laborer				
Company: Dry Roofing				2 Roofers				
Scope: Roofing				Super/Foreman: Tony Wintz				
Activities: Complete roof flashing				1 Laborer				
Company: White Drywall				5 Laborers				
Scope: Drywall/Acoustic				Super/Foreman: Shima Clarke				
Activities: Unload delivery/stock jobsite								
Equipment:								
Genie Scissor Lift (GS-2046)		HotAIR		6	2			
Genie Scissor Lift (GS-2032)		HotAIR		5	3			
(Item)		(Company)		(In-use)	(Idle)	(Delivered)	(Returned)	
Deliveries: Gypsum board		Gyp Supply		White Drywall	11:45am	2:45pm		
(Item)		(From)		(For)	(Arrived)	(Completed)		
Visitors: Chris Piper, XYZ Architecture		Review RFI		1:45pm	2:05pm			
(Name/Company)		(Purpose)		(Arrived)	(Departed)			
Occurrences: AC Electric no workers: will have double crew tomorrow per phone conversation with Dennis. Gypsum board delivery arrived early: White Drywall arrived early to unload. Wall/column conflict 2nd floor restroom 213, forwarded RFI 05 to XYZ Architecture. RFI 05 response received, forwarded to office for pricing								

Signature: Greg Gregory Date: 5/11/2015

INFORMES SEMANALES Y MENSUALES

En la construcción se utiliza una variedad de informes semanales y mensuales. La mayoría de estos informes representan la comunicación interna entre el equipo del proyecto y la alta gerencia de una empresa sobre el avance de un proyecto en particular. Sin embargo, los informes mensuales a menudo se entregan al propietario y al equipo de diseño en proyectos de diseño-construcción o de Gestión de la Construcción (CM).

Los informes semanales y mensuales a menudo incluyen información general y detallada sobre el proyecto. Al igual que los informes diarios, la información general en los informes semanales y mensuales suele incluir identificadores del proyecto (nombre, número, ubicación), los nombres de los miembros clave del equipo del proyecto (gerente de proyecto, superintendente), el periodo del informe, el título/descripción del informe, y el nombre y firma de la persona que lo prepara. La información detallada del proyecto comúnmente incluye uno o más de los siguientes elementos:

- Estado general del proyecto: un resumen del estado general del proyecto y el avance desde el último periodo de informe.
- Análisis del cronograma: una breve narrativa y/o análisis gráfico que describe el estado del cronograma del proyecto, incluyendo un resumen de las actividades completadas desde el

último periodo, explicación de cambios significativos en el cronograma, identificación de riesgos potenciales y un plan de acción y/o corrección para los cambios/riesgos del cronograma.

- **Análisis de costos:** una breve narrativa y/o análisis tabulado que describe el monto actual del contrato del proyecto; los costos a la fecha; el estado de la facturación; y las ganancias, pérdidas y/o utilidades actuales/proyectadas. El análisis de costos también debe incluir una explicación de cualquier cambio significativo, identificar riesgos potenciales y proporcionar un plan de acción y/o corrección para los cambios/riesgos de costo.
- **Análisis de mano de obra, materiales y/o equipo:** una breve narrativa y/o análisis tabulado que describe la productividad de la mano de obra, la precisión de los materiales y el uso del equipo. El análisis debe identificar cualquier problema, cambio significativo y/o riesgo, e incluir un plan de acción para resolverlos; también debe indicar los requisitos próximos de mano de obra, herramientas internas y equipo.
- **Gestión de subcontratistas y órdenes de compra:** una breve narrativa que describe el estado de los subcontratos y órdenes de compra ejecutados y pendientes, incluyendo la identificación de cualquier problema, cambio significativo y/o riesgo. También debe abordarse un plan de acción para resolver estos elementos, incluyendo cualquier inquietud sobre el personal de los subcontratistas; el cronograma y su cumplimiento; y el estado, momento, cantidad y calidad de las entregas de materiales.
- **Cambios en el trabajo:** esta sección destaca las órdenes de cambio pendientes y aprobadas actuales, junto con cualquier riesgo y otros cambios potenciales o dirigidos, incluyendo solicitudes de propuesta (RFP) pendientes, aprobadas o rechazadas; propuestas de cambio iniciadas por el contratista; directivas de cambio del propietario; y solicitudes de información (RFI) pendientes.

Para más información, consulte a Mincks & Johnston en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – INFORMES DE CONSTRUCCIÓN

8. ¿Quién debe mantener un diario de obra? A. el superintendente B. el capataz C. el gerente de proyecto D. todos los miembros del equipo de gestión del proyecto
9. Si un trabajo tiene más de un turno, ¿con qué frecuencia debe completarse un informe diario? A. una vez al día B. en cada turno C. dos veces al día D. una vez a la semana
10. Los informes diarios son creados principalmente por: A. los trabajadores de campo B. el gerente de proyecto C. el superintendente D. el estimador

REUNIONES DE CONSTRUCCIÓN

Las reuniones son una parte esencial del proceso de construcción que permite que ocurran conversaciones cara a cara sobre el proyecto entre múltiples partes. Muchas decisiones importantes se toman durante las reuniones de construcción, y una documentación escrita precisa e imparcial de las reuniones es esencial. En la construcción, el contratista suele ser responsable de planificar, liderar y documentar las reuniones. A continuación se describen varios tipos de reuniones comunes en la construcción.

REUNIONES PRECONSTRUCTIVAS

Las reuniones preconstructivas son reuniones iniciales o de arranque del proyecto que normalmente se llevan a cabo antes del inicio de un proyecto de construcción. En proyectos grandes, las reuniones

preconstructivas también se realizan comúnmente antes de cada fase importante de la construcción. Los temas tratados suelen incluir el personal del proyecto, los procedimientos, el cronograma, el presupuesto, la seguridad, los contratos, las restricciones, los requisitos y los controles. A continuación se enumeran tres tipos comunes de reuniones preconstructivas:

- Reuniones preconstructivas del contratista: se llevan a cabo internamente entre los miembros del equipo de gestión del proyecto del contratista, que a menudo incluye a gerentes de proyecto senior, gerentes de proyecto, asistentes de gerente de proyecto, superintendentes, asistentes de superintendente, capataces, estimadores y asistentes administrativos. A veces estas reuniones se denominan, aunque pueden ser distintas, reuniones de transición, en las que el proyecto pasa del personal de estimación al personal de gestión de proyectos.
- Reuniones preconstructivas del proyecto: son reuniones entre los participantes clave del proyecto, que a menudo incluyen a los propietarios o sus representantes, miembros clave del equipo de diseño y miembros del equipo de gestión del proyecto del contratista principal.
- Reuniones preconstructivas con subcontratistas: son reuniones entre miembros del equipo de gestión del proyecto del contratista principal y los subcontratistas y proveedores seleccionados para el proyecto. Según el tamaño, alcance, complejidad y cronograma del proyecto, estas reuniones pueden realizarse de manera individual, en grupos, o con todos los subcontratistas y proveedores presentes.

REUNIONES DE COORDINACIÓN

Las reuniones de coordinación se realizan a menudo a lo largo del proceso de construcción y pueden convocarse a intervalos regulares o de manera aleatoria según sea necesario. Se utilizan para coordinar las actividades de diseño y/o trabajo de múltiples partes, y deben realizarse antes del inicio de todas las actividades importantes o complejas. La coordinación de los oficios mecánicos, eléctricos y de plomería (MEP) en espacios sobre el plafón es un problema común que se resuelve en este tipo de reuniones.

REUNIONES DE AVANCE OAC

Las reuniones de avance entre propietario, arquitecto y contratista (OAC, por sus siglas en inglés) se llevan a cabo normalmente a intervalos regulares durante todo el proyecto, comúnmente cada semana, cada dos semanas o una vez al mes, aunque pueden ser más o menos frecuentes según la complejidad y duración del proyecto. Se utilizan para actualizar a los participantes sobre el estado del proyecto y cualquier otro problema o inquietud. Las reuniones de avance OAC tienden a enfocarse en la visión general del proyecto, así como en las preocupaciones inmediatas que deben abordarse para evitar impactos en el costo y el cronograma.

Los participantes habituales de las reuniones de avance OAC suelen incluir a los propietarios o sus representantes, miembros clave del equipo de diseño y miembros del equipo de gestión del proyecto del contratista principal. Según el proyecto, los subcontratistas clave y/u otros participantes del proyecto pueden asistir regular u ocasionalmente a las reuniones de avance. Los temas comúnmente tratados en cada reunión incluyen el cronograma, los envíos de aprobación (submittals), las RFI, las propuestas de cambio, las órdenes de cambio y asuntos antiguos y nuevos.

REUNIONES DE AVANCE CON SUBCONTRATISTAS

Las reuniones de avance con subcontratistas se realizan normalmente a intervalos regulares durante todo el proyecto, usualmente cada semana, aunque pueden ser más o menos frecuentes según la

complejidad y duración del proyecto. De manera similar a las reuniones de avance OAC, se utilizan para actualizar a los participantes sobre el estado del proyecto y cualquier otro problema o inquietud. Las reuniones de avance con subcontratistas tienden a revisar el proyecto en general, enfocándose más intensamente en las operaciones diarias/semanales del proyecto.

Los participantes de las reuniones de avance con subcontratistas suelen incluir miembros del equipo de gestión del proyecto del contratista principal, y a cualquier subcontratista, proveedor y jefe de cuadrilla del contratista principal que se esté preparando para entregar material o iniciar trabajo en el proyecto, o que esté trabajando actualmente o haya terminado recientemente trabajo en el proyecto. Los temas comúnmente tratados en cada reunión incluyen el cronograma, la coordinación, los envíos de aprobación, las RFI, las propuestas de cambio, las órdenes de cambio y asuntos antiguos y nuevos.

REUNIONES DE SEGURIDAD

Las reuniones de seguridad se realizan normalmente a intervalos regulares durante todo el proyecto, comúnmente todos los días o en cada turno. Las reuniones de seguridad suelen ser breves, de 5 a 15 minutos, y se llevan a cabo al inicio de cada periodo de trabajo, enfocándose en temas de seguridad diarios y específicos del sitio. Los participantes deben incluir a todos los trabajadores que realicen trabajo en el sitio durante el periodo de trabajo precedente.

REUNIONES POSTCONSTRUCTIVAS

Las reuniones postconstructivas se llevan a cabo normalmente de manera interna después de la finalización de los proyectos de construcción o de las fases importantes de construcción en proyectos grandes. El objetivo de las reuniones postconstructivas es realizar revisiones exhaustivas de los proyectos para ayudar a los contratistas a mejorar sus procesos de construcción. Los temas de las reuniones postconstructivas deben incluir las fortalezas y debilidades del proyecto, el cronograma, la seguridad, el costo final, la productividad de la mano de obra, la eficiencia de los materiales y el desempeño de los subcontratistas.

AGENDAS DE REUNIÓN

Para que una reunión sea efectiva, debe estar previamente planificada y bien organizada, con un conjunto de objetivos específicos, realistas y medibles. Una agenda de reunión es una forma de comunicación escrita utilizada para organizar y comunicar claramente el contenido previsto, los objetivos y las discusiones propuestas de una reunión.

Las agendas de reunión deben distribuirse al menos un día antes de la reunión para recordar a los participantes sobre ella y permitirles prepararse. Las agendas deben incluir:

- título (tipo de reunión, número de reunión, etc.);
- lista de asistentes requeridos/solicitados;
- asunto y/o propósito;
- identificadores del proyecto (nombre, número, etc.);
- fecha, hora y duración prevista;
- ubicación;
- contenido previsto, objetivos y/o discusiones propuestas; e
- instrucciones o notas indicando cómo y qué deben preparar los participantes para la reunión.

En la Figura 1-4 se muestra un ejemplo de agenda para una reunión semanal con subcontractistas.

Figura 1-4 Ejemplo de Agenda de Reunión

G&J Construction Weekly Subcontractor Progress Meeting Agenda	
To:	James Smith, PQR Plumbing Jason Lucas, HotAIR Heating and Cooling Tony Wintz, Dry Roofing Shima Clarke, White Drywall Dennis Bausman, AC Electric
From:	Joe Joseph, Project Manager Greg Gregory, Superintendent
Project:	Big Office Building, Busy City, SC
Project No.:	2015-012
Date:	Thursday, May 14, 2015
Time:	10:00am
Location:	Jobsite office
1.	Approval of minutes from previous meeting
2.	Project progress, schedule review
3.	Submittals
4.	Request for information (RFI)
5.	Request for proposals (RFP), change orders
6.	Old business
7.	New business

Note: All meeting participants should come prepared with paper, writing utensils, and any paperwork relevant to the meeting.

MINUTAS DE REUNIÓN

Las minutas de reunión son un registro escrito de una reunión. No son un registro exacto de todas las conversaciones que tuvieron lugar, sino más bien un resumen de los puntos principales, las decisiones tomadas y las discusiones que ocurrieron en la reunión. Otro aspecto importante de las minutas de reunión es documentar la asignación de elementos de acción, incluyendo identificar qué acción debe completarse, quién debe completarla y para cuándo.

Durante la reunión, quien toma las notas debe hacer todo lo posible por registrar notas detalladas, imparciales y objetivas. Después de la reunión, las notas deben editarse, organizarse, redactarse en forma de minutas y distribuirse a todos los participantes de la reunión dentro de las 24 horas, para permitir retroalimentación inmediata. Si usted no es el autor de las minutas de reunión, es importante revisarlas minuciosamente. Quien toma las notas puede introducir sesgo o registrar de manera inexacta lo que ocurrió en la reunión. Si existen discrepancias, deben documentarse y distribuirse a todas las partes de inmediato. Las minutas de reunión deben incluir:

- título (tipo de reunión, número de reunión, etc.),
- identificadores del proyecto (nombre, número, etc.),
- fecha y hora,

- ubicación de la reunión,
- lista de participantes presentes,
- lista de participantes ausentes, y
- contenido y discusiones, incluyendo: aprobación de las minutas de la reunión anterior, revisión del avance y cronograma del proyecto, envíos de aprobación, RFI, RFP y órdenes de cambio, asuntos antiguos y nuevos (resumen del punto, quién es responsable, qué debe hacerse y cuándo debe completarse), y el cierre de la reunión con la fecha y hora de la próxima reunión.

En la Figura 1-5 se muestra un ejemplo de minutas para una reunión con subcontratistas.

Figura 1-5 Ejemplo de Minutas de Reunión

G&J Construction
Weekly Subcontractor Progress Meeting
Meeting Minutes

Project: Big Office Building, Busy City, SC
Date: Thursday, May 14, 2015
Location: Jobsite office

Project No.: 2015-012
Time: 10:00am

Attendees: James Smith, PQR Plumbing
Jason Lucas, HotAIR Heating and Cooling
Shima Clarke, White Drywall
Dennis Bausman, AC Electric
Joe Joseph, G&J Construction
Greg Gregory, G&J Construction

Absent: Tony Wintz, Dry Roofing

1. Minutes from previous meeting were approved without change.

2. Project progress, schedule review
Reviewed and distributed updated overall project schedule and two-week schedule (see attached)

3. Submittals
Reviewed current submittal log.
Outstanding submittals:
Plumbing fixtures
Electrical switchboard
Acoustical ceiling tile samples

4. Request for information (RFI)

RFI #	Description	Date Sent	Responded	Status
01	Unsuitable soil	03/09/2015	03/11/2015	Complete
02	Foundation reinforcement	03/23/2015	03/27/2015	Complete
03	Pad size discrepancy	03/23/2015	03/24/2015	Complete
04	Column connection detail	04/07/2015	04/08/2015	Complete
05	Restroom 213 wall	05/11/2015	05/11/2015	Pricing

5. Request for proposals (RFP), change orders

RFP #	Description	Pricing Due	CO #	Status
01	Restroom 213 wall	05/18/2015	NA	Pricing

6. Old business
05/07/2015 Rough-in inspection scheduled for 05/13/2015. Update: Inspection passed.
Drywall installation began today.

7. New business
05/14/2015 Restroom 213 on hold pending approved pricing.

Meeting adjourned at 10:45am, next meeting Thursday, May 21, 2015 at 10:00am in jobsite office.

Para más información, consulte a Mincks & Johnston en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – REUNIONES DE CONSTRUCCIÓN

11. Las agendas de reunión deben distribuirse _____. A. al menos un día antes de la reunión B. al inicio de la reunión C. aproximadamente un día después de la reunión D. en cualquier momento durante el proyecto

12. Las minutas de reunión deben distribuirse _____. A. aproximadamente un día antes de la reunión B. al inicio de la reunión C. aproximadamente un día después de la reunión D. en cualquier momento durante el proyecto
13. ¿Cuál de los siguientes tipos de reunión se realiza normalmente a intervalos semanales o quincenales regulares durante todo el proyecto? A. reuniones preconstructivas B. reuniones de avance C. reuniones postconstructivas D. reuniones de coordinación
-

RESPUESTAS – CAPÍTULO 1

Comunicación oral: 1. A 2. D 3. D 4. B

Correspondencia escrita: 1. C 2. C 3. C

Informes de construcción: 1. D 2. B 3. C

Reuniones de construcción: 1. A 2. C 3. B

CAPÍTULO 2

CONCEPTOS DE INGENIERÍA



Contenido del capítulo: Propiedades de los Materiales de Ingeniería (17) · Mecánica de Suelos (25) · Mecánica y Resistencia de Materiales (30) · Mecánica de Aire y Fluidos (33) · Electricidad (35)

CAPÍTULO 2 ► CONCEPTOS DE INGENIERÍA

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE INGENIERÍA

AGREGADO

En construcción, el término agregado se refiere al material granular, típicamente arena, grava y piedra triturada, utilizado en una variedad de aplicaciones de construcción. El agregado se usa comúnmente en concreto, mortero, asfalto, yeso, sistemas de drenaje, control de erosión, paisajismo, como lastre de techo y como capa base para pavimento y losas de concreto sobre el terreno.

El agregado se clasifica por tamaño y gradación mediante una serie de mallas o tamices (Figura 2-1) y se divide en dos grupos: agregados finos y agregados gruesos. Los tamaños de tamiz numerados (No.) se basan en el número de aberturas cuadradas por pulgada lineal del tamiz. Por ejemplo, el tamiz No. 30 tiene 30 aberturas por pulgada lineal, o 900 aberturas cuadradas por pulgada cuadrada. Los agregados finos incluyen arenas naturales o piedra triturada con todas las partículas más pequeñas que 3/8 in. y la mayoría de las partículas que pasan por el tamiz No. 4 (4.75 mm). Los agregados gruesos incluyen grava o piedra triturada con la mayoría de las partículas retenidas en el tamiz No. 4 y con tamaños de hasta 6 in. La Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM) define con más detalle los agregados finos y gruesos, y proporciona una variedad de métodos de prueba y especificaciones técnicas para agregados.

En el concreto, el tamaño máximo y la gradación del agregado que puede usarse varían según la aplicación. En general, el tamaño máximo del agregado no debe exceder tres cuartas partes del espacio libre entre barras de refuerzo, o un tercio del espesor de las losas. Además, debe considerarse la gradación y los porcentajes de agregados finos y gruesos dentro de una mezcla de concreto. El exceso de agregado grueso puede provocar segregación o “panal de abeja” (honeycombing), y el exceso de agregado fino puede producir un concreto de baja densidad y alto contenido de agua.

Figura 2-1 Tamices ASTM para la Gradación de Agregados

Tamaño de Tamiz	Abertura del Tamiz
6 in.	152.4 mm
3 in.	76.2 mm
1 1/2 in.	38.1 mm
3/4 in.	19.0 mm
3/8 in.	9.5 mm
No. 4	4.75 mm
No. 8	2.36 mm
No. 16	1.18 mm
No. 30	0.6 mm
No. 50	0.3 mm
No. 100	0.15 mm

CONCRETO

El concreto está compuesto por tres ingredientes clave: agregado, agua y cemento hidráulico. Aproximadamente tres cuartas partes del volumen del concreto están compuestas por agregado, y el resto por una pasta formada por el agua y el cemento.

El tipo más común de cemento hidráulico utilizado en la construcción con concreto es el cemento portland. El cemento portland se fabrica moliendo, mezclando y luego calentando materiales que contienen cal, hierro, sílice y alúmina. La mezcla resultante se combina luego con pequeñas cantidades de yeso y se tritura hasta convertirla en un polvo fino. Una bolsa estándar de cemento portland en los Estados Unidos contiene 1 pie cúbico de cemento y pesa 94 lb. La ASTM designa ocho tipos de cemento portland:

- Tipo I: Normal; cemento de uso general
- Tipo IA: Normal, con Inclusión de Aire; Tipo I con resistencia mejorada a los ciclos de congelamiento-deshielo
- Tipo II: Resistencia Moderada a Sulfatos; usado en contacto con agua con concentraciones de sulfato superiores a lo normal, pero no severas
- Tipo IIA: Resistencia Moderada a Sulfatos, con Inclusión de Aire; Tipo II con resistencia mejorada a ciclos de congelamiento-deshielo
- Tipo III: Alta Resistencia Temprana; proporciona altas resistencias en un periodo temprano, generalmente una semana o menos
- Tipo IIIA: Alta Resistencia Temprana, con Inclusión de Aire; Tipo III con resistencia mejorada a ciclos de congelamiento-deshielo
- Tipo IV: Bajo Calor de Hidratación; usado cuando la tasa y cantidad de calor durante la hidratación deben minimizarse
- Tipo V: Alta Resistencia a Sulfatos; usado en contacto con agua con concentraciones severas de sulfato

El concreto cura (endurece) mediante una reacción química entre el agua y el cemento llamada hidratación. La cantidad de agua respecto al cemento en una mezcla de concreto, o relación agua/cemento, juega un papel importante en la determinación de la resistencia y durabilidad del concreto. Muy poca o excesiva agua reduce la resistencia y durabilidad del concreto. La cantidad de agua en una mezcla de concreto se especifica en su diseño de mezcla. Aunque algunos diseños de mezcla permiten añadir agua adicional en el sitio de obra para aumentar la fluidez del concreto, el agua solo debe añadirse si ha sido previamente aprobada por el ingeniero y se han cumplido ciertas condiciones.

Además del agregado, agua y cemento, a menudo se añaden otros ingredientes, llamados aditivos, para alterar las propiedades del concreto de diversas formas. A continuación se presenta una breve lista de algunos de los aditivos más comunes y sus propiedades. Para un listado más detallado de aditivos y sus propiedades, consulte a Allen & Iano y a la Portland Cement Association en la lista de referencias.

- Aditivos incorporadores de aire: mejoran la capacidad del concreto para resistir los ciclos de congelamiento-deshielo y aumentan la trabajabilidad del concreto húmedo. Se usan comúnmente en climas fríos sujetos a ciclos de congelamiento-deshielo.
- Aditivos reductores de agua: aumentan la trabajabilidad del concreto húmedo sin añadir agua. Se usan comúnmente en recubrimientos de concreto y en reparaciones (parcheo).

- Aditivos retardantes: retrasan el tiempo de curado del concreto. Se usan comúnmente en climas cálidos para reducir los efectos de las altas temperaturas en el curado.
- Aditivos acelerantes: disminuyen el tiempo de curado del concreto. Se usan comúnmente para reducir el tiempo de fraguado en aplicaciones de clima frío y para aumentar la tasa de desarrollo de resistencia en la construcción de muros tilt-up.
- Superplastificantes: aumentan la fluidez del concreto sin añadir agua adicional. Se usan comúnmente en aplicaciones que requieren un revenimiento (slump) muy alto, como estructuras fuertemente reforzadas.

El concreto convencional generalmente pesa entre 140 y 150 libras por pie cúbico (pcf) y es naturalmente fuerte en compresión, pero débil en tensión y cortante. La resistencia a la compresión del concreto generalmente se expresa en libras por pulgada cuadrada (psi), con base en el concreto que se ha dejado curar durante 28 días. La resistencia a la compresión puede variar entre 3,000 psi y 5,000 psi para concreto de uso general, y de 6,000 psi hasta 20,000 psi para concreto de alta resistencia.

La fórmula y selección específicas de los materiales que componen una mezcla de concreto se denomina diseño de mezcla del concreto. Además de la resistencia a la compresión, el diseño de mezcla incluye especificaciones sobre la cantidad y tipos de agregado, consistencia, peso unitario, contenido de aire, contenido de agua, contenido de cemento y aditivos a utilizar en la mezcla. Para garantizar que el concreto colocado cumpla con las propiedades deseadas especificadas en el diseño de mezcla, se pueden realizar varias pruebas en el sitio y en laboratorio. Las pruebas de campo del concreto generalmente miden la consistencia, el peso unitario, el contenido de aire, la resistencia a la compresión y la temperatura, para garantizar la calidad del concreto.

Concreto Colado en el Sitio (Cast-in-Place)

El concreto colado en el sitio es el concreto que se coloca en su estado fluido y se deja curar (endurecer) en su ubicación permanente en el sitio de obra. Este tipo de concreto puede mezclarse en el sitio o entregarse desde una planta de mezclado fuera del sitio (concreto premezclado). El concreto premezclado generalmente se entrega mediante camiones especiales de concreto que rotan lentamente la mezcla para evitar que se endurezca durante el transporte.

El concreto debe colocarse tan cerca como sea posible de su ubicación final de reposo; debe evitarse la caída libre y la formación de montículos de concreto. Existen varios tipos de equipo especializado para colocar el concreto colado en el sitio, incluyendo canaletas, bandas, cubetas, bombas y carretillas motorizadas (buggies). Si es necesario, el concreto debe moverse de un área alta a una baja mediante pala. Los vibradores nunca deben usarse para mover el concreto.

El concreto colado en el sitio normalmente incorpora refuerzo de concreto y puede incluir elementos y embebidos estructurales y/o arquitectónicos. La colocación, forma y extensión del concreto colado en el sitio está controlada por la cimbra (formwork). El concreto colado en el sitio se utiliza comúnmente para cimentaciones, muros estructurales, losas, banquetas, pisos ligeros y losas de techo.

Concreto Precolado (Precast)

El concreto precolado es concreto que ha sido colado antes de su colocación en el sitio de obra. La forma del concreto precolado está determinada por el molde o cimbra en la que se coló el concreto fluido. De manera similar al concreto colado en el sitio, el concreto precolado normalmente incorpora refuerzo de concreto, elementos arquitectónicos y embebidos estructurales. El concreto precolado puede usarse para aplicaciones estructurales o no estructurales, y puede colarse dentro o fuera del sitio.

La mayor parte del concreto precolado se cuela fuera del sitio en una instalación de fabricación de precolados (planta de precolados). Las plantas de precolados normalmente cuentan con control ambiental y permiten monitorear continuamente el proceso del concreto. Estos factores, junto con la capacidad de fabricar piezas idénticas mediante el uso de moldes reutilizables, permiten a las plantas de precolados un mayor control de calidad y eficiencias de costo en comparación con el concreto colado en el sitio. El concreto precolado fabricado en planta normalmente se entrega en el sitio de obra mediante camión, y está limitado por el tamaño y peso que pueden transportarse. El concreto precolado fabricado en planta se usa en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo tubería de concreto reforzado (RCP), estructuras de pozos de registro, plataformas de equipos, bóvedas, fosas sépticas, pilotes, columnas, vigas, estacionamientos de varios niveles, muros de carga y de fachada (veneer), losas (planks) y dinteles.

Aunque algunos sitios de obra grandes y/o remotos pueden colar una cantidad significativa de concreto precolado en el sitio, las aplicaciones de concreto precolado colado en el sitio generalmente se limitan a componentes grandes o pesados personalizados y a la construcción tilt-wall. La construcción tilt-wall utiliza una serie de paneles de concreto de muro de alta resistencia que se forman y cuelan en el sitio sobre una losa de colado lisa. La losa de colado puede ser temporal, a menudo delgada y sin refuerzo, o una parte permanente del edificio, como una losa de piso. Una vez que los paneles han curado hasta alcanzar la resistencia aprobada, se inclinan (levantan) hasta su posición y se convierten en parte de la estructura del edificio.

Refuerzo del Concreto

Debido a que el concreto tiene poca o ninguna resistencia a la tensión y al cortante, se añade refuerzo para aumentar estas resistencias en el concreto. Las formas más comunes de refuerzo de concreto son las siguientes:

- Barras de refuerzo o varillas (rebar): varillas de acero laminadas en caliente, corrugadas y redondas, que normalmente se envían en longitudes de 60 pies y luego se cortan, doblan y forman en configuraciones ilimitadas. En los Estados Unidos, las varillas se dimensionan según su diámetro en octavos de pulgada; por ejemplo, una varilla #5 tiene un diámetro de 5/8 in., y una varilla #8 tiene un diámetro de 8/8 in., o 1 pie.
- Malla de alambre soldado: cuadrículas de alambre espaciadas de 2 in. a 12 in., soldadas entre sí y fabricadas en hojas o rollos para facilitar su uso. El tamaño de la malla de alambre soldado se designa según su espaciamiento de cuadrícula en pulgadas y el calibre del alambre en centésimas de pulgada cuadrada de área transversal; por ejemplo, una malla 6 × 6 W1.4/1.4 tiene un espaciamiento de cuadrícula de 6 in. y un área transversal de alambre de 1.4 centésimas de pulgada cuadrada.
- Refuerzo de fibra: fibras de acero, fibra de vidrio, sintéticas o naturales añadidas a la mezcla de concreto para aumentar la resistencia, controlar el fisuramiento y/o mejorar la resistencia al congelamiento-deshielo del concreto.
- Concreto pretensado y postensado: utiliza tendones (normalmente cables dentro de fundas plásticas) para fortalecer el concreto sometiéndolo a una carga de compresión. En el concreto pretensado, los tendones se tensan en los puntos de anclaje antes de colocar el concreto. Una vez que el concreto ha fraguado, la carga de tensión en los puntos de anclaje se transfiere al concreto, sometiéndolo así a compresión. El concreto postensado es similar, pero los tendones se tensan después de que el concreto ha fraguado.

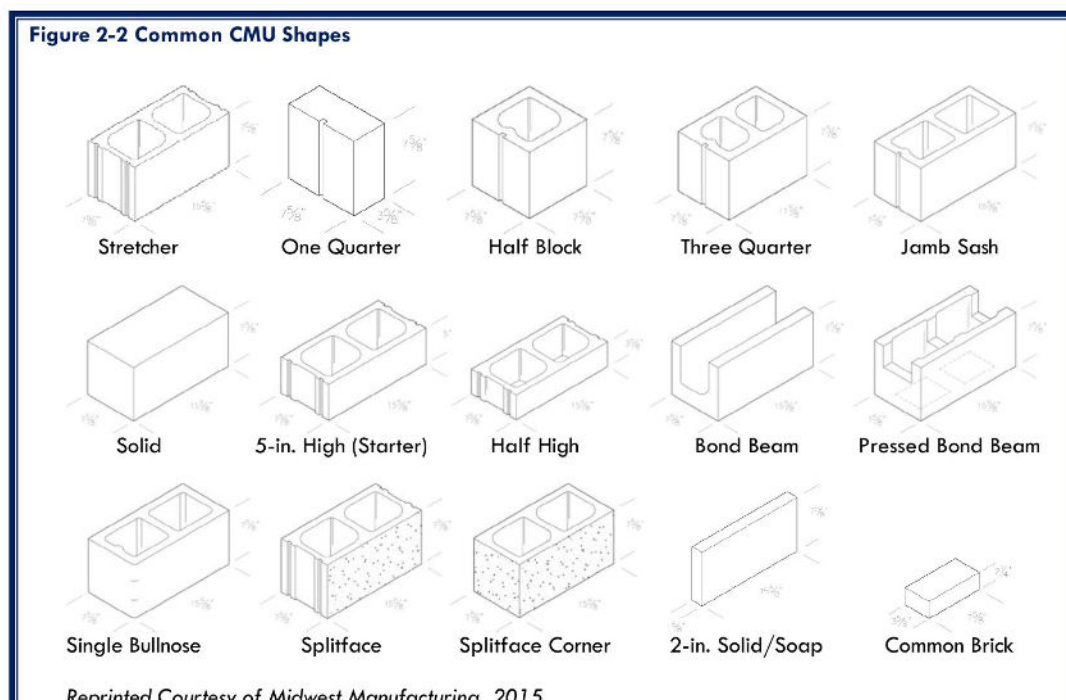
MAMPOSTERÍA

El término mampostería se refiere a los materiales de construcción que consisten en ladrillo, bloque, piedra u otras unidades de mampostería unidas entre sí con mortero. Las unidades de mampostería pueden ser de fabricación humana o piedra natural. Los dos tipos más comunes de unidades de mampostería de fabricación humana son las unidades de mampostería de concreto (CMU) y los ladrillos de arcilla. Las unidades de mampostería vienen en una variedad casi ilimitada de formas y tamaños.

Unidades de Mampostería de Concreto (CMU)

Las unidades de mampostería de concreto (CMU) vienen en una variedad de formas, tamaños y espesores de muro estándar (Figura 2-2). El tamaño más común de CMU es de 8 in. × 8 in. × 16 in. nominal (7 5/8 in. × 7 5/8 in. × 15 5/8 in. real) y tiene una junta de mortero estándar de 3/8 in. Las CMU pueden fabricarse usando concreto de peso normal (más de 125 pcf), peso medio (105 pcf–125 pcf) y peso ligero (menos de 105 pcf). Los muros de CMU pueden ser de carga o sin carga, por encima o por debajo del nivel del terreno. Los muros de CMU normalmente se colocan en patrón de junta corrida (running bond) o en patrón apilado (stacked bond) (Figura 2-3).

Figura 2-2 Formas Comunes de CMU



Reimpreso con autorización de Midwest Manufacturing, 2015.

Figura 2-3 Patrones Comunes de Aparejo de Mampostería

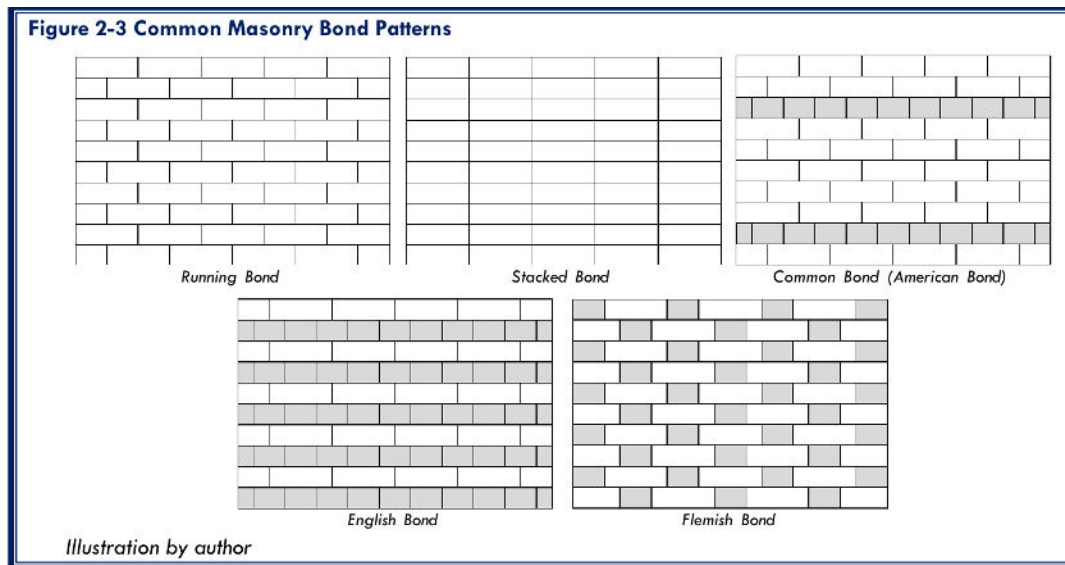


Ilustración del autor.

Para proporcionar mayor resistencia y/o mejorar el desempeño, los muros de CMU pueden incorporar lo siguiente:

- Refuerzo de junta: colocado en las juntas horizontales para ayudar a controlar las fisuras por contracción. Similar a la malla de alambre soldado, normalmente está construido por dos varillas laterales conectadas por varillas transversales rectas (estilo escalera) o diagonales (estilo armadura).
- Lechada (grout): mezcla altamente fluida de cemento, arena y agua utilizada para rellenar sólidamente los núcleos de las CMU y unir anclajes y refuerzo a la mampostería circundante. También se usa comúnmente para aumentar la clasificación de resistencia al fuego, el aislamiento acústico y las propiedades térmicas.
- Refuerzo vertical: usado para aumentar la resistencia a esfuerzos de tensión y cargas axiales. Normalmente consiste en varillas colocadas verticalmente en una serie de celdas y ahogadas en lechada. El refuerzo vertical comúnmente se instala en toda la altura de un muro o directamente debajo de una carga prevista.
- Viga de amarre (bond beam): usada para el refuerzo horizontal, con el fin de aumentar la resistencia al cortante y distribuir las cargas laterales. Las vigas de amarre normalmente se colocan en una hilada de altura, se ahogan en lechada y contienen una o más filas de varillas. Comúnmente se colocan en la parte superior de los muros, en los niveles de piso, en las aberturas y según se requiera para mayor resistencia al cortante.
- Dinteles: normalmente de acero o concreto precolado, instalados sobre las aberturas y utilizados para transferir las cargas laterales alrededor de ellas.
- Aislamiento de núcleo: usado para aumentar las propiedades térmicas del muro de CMU. Tres tipos comúnmente utilizados son los insertos de espuma rígida, el aislamiento de espuma expandible y el aislamiento de relleno suelto.

Ladrillo

No existe un tamaño estándar de ladrillo de arcilla en los Estados Unidos; sin embargo, la mayoría de los ladrillos tienen un ancho de 3 1/2 in. o 3 5/8 in.; una longitud de 7 1/2 in., 7 5/8 in., 8 in., 11 1/2 in. o 11 5/8 in.; y una altura de 2 1/4 in., 2 3/4 in., 3 1/2 in. o 3 5/8 in. El espesor típico de junta de mortero utilizado para ladrillos de arcilla es de 3/8 in. o 1/2 in. Los ladrillos pueden fabricarse sólidos, con núcleo, huecos o con frog (hueco superficial). Los muros de ladrillo pueden ser de carga o sin carga, y colocarse en diversas configuraciones con fines estructurales y visuales. La Figura 2-4 ilustra las posiciones comunes de ladrillo.

Los espesores de los muros de ladrillo se designan en términos de hoja (wythe), una capa vertical de unidades de mampostería con un grosor de una unidad. Los muros de múltiples hojas se unen alternando capas de “stretchers” (ladrillos colocados a lo largo) y “headers” (ladrillos colocados transversalmente). Los cuatro aparejos estructurales más comunes utilizados para muros de ladrillo de carga en los Estados Unidos son el aparejo corrido (running bond), el aparejo común o americano, el aparejo inglés y el aparejo flamenco (Figura 2-3). Un muro de fachada de ladrillo (brick veneer) es un muro exterior de ladrillo sin función de carga, típicamente utilizado con fines estéticos, que se ancla a un muro estructural mediante amarres metálicos u otros métodos de anclaje. Los muros de mampostería con múltiples hojas de distintos tipos de unidades de mampostería se denominan muros compuestos. A menudo, una hoja de un muro compuesto cumple una función estructural y la otra es decorativa. Un muro de fachada de ladrillo sobre un conjunto de muro de CMU es un ejemplo de muro compuesto.

Figura 2-4 Posiciones Comunes de Ladrillo

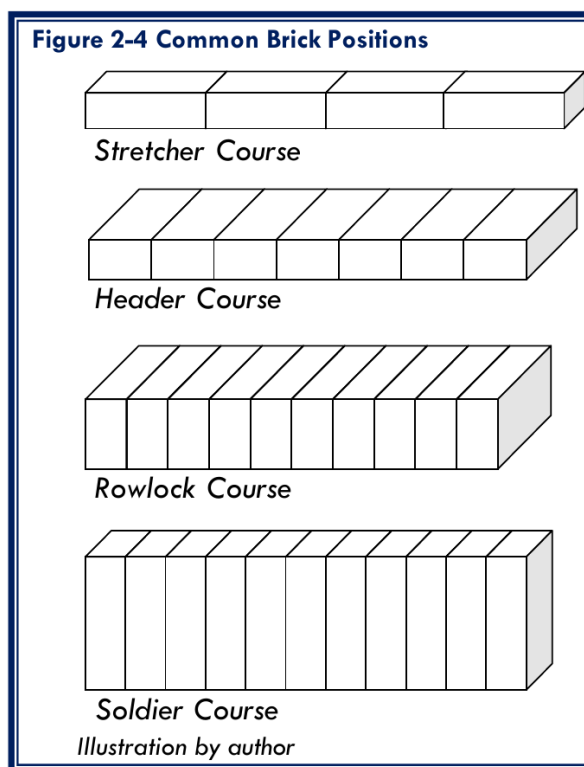


Ilustración del autor.

Mortero

El mortero convencional utilizado en la construcción de mampostería está compuesto por cuatro ingredientes clave: arena, agua, cemento portland y cal hidratada. También se utilizan ampliamente

varios cementos de mampostería preempacados para fabricar mortero, que varían según el fabricante, pero que típicamente contienen diversos aditivos para ayudar a mejorar una o más propiedades del mortero. Existen cuatro tipos principales de mortero de mampostería:

- Tipo M: mortero de alta resistencia, típicamente usado en áreas de alta carga y mampostería por debajo del nivel del terreno.
- Tipo S: mortero de resistencia media-alta, típicamente usado en áreas de exposición climática severa con cargas de compresión normales.
- Tipo N: mortero de resistencia media, el más comúnmente usado como mortero por encima del nivel del terreno.
- Tipo O: mortero de resistencia media-baja, típicamente usado solo en muros interiores sin función de carga y particiones.

Para más información, consulte a Allen & Iano, Dishong, y Wujeck en la lista de referencias.

MADERA

La madera es un material de construcción natural ampliamente utilizado debido a su facilidad de uso y propiedades estéticas deseables. Existen dos clasificaciones principales de madera: maderas duras y maderas blandas. La madera dura proviene de árboles caducifolios de hoja ancha, y la madera blanda proviene de árboles coníferos de hoja en forma de aguja. En general, las maderas blandas son más abundantes, menos costosas y se utilizan típicamente para la mayor parte del entramado estructural y el entablado, mientras que las maderas duras se usan para muebles y acabados interiores de alta gama. Tanto las maderas duras como las blandas se utilizan para molduras, paneles y pisos de acabado. Una variedad de maderas blandas resistentes a la pudrición, como el cedro, se utilizan comúnmente para techos, revestimiento exterior y estructuras al aire libre.

La madera generalmente es resistente a la compresión y a la tensión cuando las fuerzas se aplican paralelas a la fibra (grano), pero es débil cuando las fuerzas se aplican perpendicularmente a la fibra. La madera tiene poca resistencia al cortante debido a su tendencia a partirse a lo largo de la fibra. En su estado natural, la mayoría de la madera es propensa al daño por fuego y susceptible al deterioro por humedad e insectos. Para combatir estas debilidades, se han desarrollado una variedad de tratamientos químicos. Los tratamientos químicos pueden aplicarse en la superficie, pero más comúnmente se impregnan en los productos de madera mediante tratamiento a presión.

Los cinco tipos más comunes de productos de madera utilizados en la construcción son la madera aserrada (lumber), los productos de panel de madera, la madera laminada, la madera compuesta estructural y los componentes de construcción fabricados de madera.

Madera Aserrada (Lumber)

La madera aserrada es un producto de madera sólida cortado directamente del tronco de un árbol talado. Existen dos métodos comunes de corte de madera: corte plano (plain sawn) y corte a cuarto (quarter sawn). En la madera de corte plano, las tablas se cortan del tronco para lograr el máximo rendimiento. La madera de corte plano puede generar orientaciones variables de la fibra, lo que puede causar que las tablas se deformen durante el secado. El entramado estructural de madera típicamente es de corte plano. En la madera de corte a cuarto, las tablas se cortan de manera que la fibra quede perpendicular a la cara de la tabla. La madera de corte a cuarto tiende a permanecer plana y se usa comúnmente en pisos de madera.

Casi toda la madera aserrada presenta uno o más defectos. Los defectos de la madera pueden ser causados por el crecimiento del árbol del que proviene o por el proceso de fabricación. Los defectos comunes incluyen nudos, agujeros de nudo, pudrición, daño por insectos, hendiduras (splits), grietas (checks), torceduras, arqueamiento, alabeo, acanaladura (cupping) y mengua (waning). La madera se clasifica según su apariencia o resistencia estructural. Las clasificaciones comunes de madera estructural, en orden decreciente, son Select Structural, No. 1, No. 2 y No. 3.

La mayoría de la madera estructural se corta S4S (cepillada en sus cuatro caras) y se dimensiona según sus dimensiones nominales. La dimensión nominal de la madera representa su tamaño antes del aserrado y cepillado final, lo que resulta en que las dimensiones reales de la madera sean menores que su dimensión nominal (Figura 2-5); por ejemplo, una tabla común de 2 in. × 4 in. tiene dimensiones reales de 1.5 in. × 3.5 in.

Figura 2-5 Dimensión Nominal vs. Dimensión Real de la Madera

Dimensión Nominal	Dimensión Real
1 in.	3/4 in.
2 in.	1 1/2 in.
3 in.	2 1/2 in.
4 in.	3 1/2 in.
5 in.	4 1/2 in.
6 in.	5 1/2 in.
8 in.	7 1/4 in.
10 in.	9 1/4 in.
12 in.	11 1/4 in.
>12 in.	Nominal menos 3/4 in.

Productos de Panel de Madera

Los productos de panel de madera se fabrican adhiriendo entre sí chapas, hebras, partículas y/o fibras de madera. Estos productos típicamente se producen en hojas de 4 ft × 8 ft y vienen en una variedad de espesores. Cinco tipos comunes de productos de panel de madera utilizados en construcción son los siguientes:

- Madera contrachapada (plywood): compuesta por capas finas de chapas de madera adheridas en direcciones alternas; típicamente usada en entablado de piso, muro y techo.
- Tablero de hebras orientadas (OSB): compuesto por grandes hebras de madera adheridas entre sí en capas con direcciones alternas; típicamente usado en entablado de piso, muro y techo, y es menos costoso que la madera contrachapada.
- Paneles compuestos: compuestos por fibras de madera adheridas y emparedadas entre capas exteriores de chapas de madera; típicamente usados en construcción de gabinetes y otras aplicaciones no estructurales.

- Tablero de partículas (particle board): compuesto por partículas de madera más pequeñas que las del OSB, adheridas entre sí; típicamente usado en estantería, cubiertas de laminado plástico y otras aplicaciones no estructurales.
- Tablero de fibra de densidad media (MDF): compuesto por fibras de madera adheridas con resina; típicamente usado en gabinetes y molduras.

APA – The Engineered Wood Association establece estándares de desempeño para los productos de panel de madera estructural según sus aplicaciones estructurales, clasificaciones de exposición y usos permitidos. Los paneles de madera estructural se sellan con un sello de clasificación que identifica las propiedades del panel. Además, los paneles de chapa se sellan con una clasificación de chapa A, B, C o D según el número de defectos encontrados en la capa superficial de chapa; una clasificación A significa que los paneles tienen muy pocos o ningún defecto, y una clasificación D significa que los paneles presentan varios defectos, ninguno de los cuales es estructural.

Para más información, consulte a Allen & Iano y a Breyer, Cobein, Fridley y Pollock en la lista de referencias.

Madera Laminada

La madera laminada se fabrica adhiriendo entre sí tiras de madera para crear grandes elementos estructurales. Los elementos de madera laminada se denominan comúnmente madera laminada encolada, o glulam. Estos elementos pueden fabricarse en casi cualquier tamaño y forma. Además, los elementos de madera laminada son más resistentes que la madera aserrada estándar del mismo tamaño, porque los defectos pueden eliminarse antes del proceso de laminación. Los espesores de laminación típicos son de 1 1/2 in. para elementos rectos y 3/4 in. para elementos curvos.

Madera Compuesta Estructural

La madera compuesta estructural se fabrica adhiriendo entre sí chapas o hebras de madera para crear elementos estructurales. Se fabrica de manera similar a la madera contrachapada y al OSB, excepto que todas las chapas o hebras se orientan en la misma dirección longitudinal. La madera compuesta estructural tiene ventajas sobre la madera tradicional similares a las de la madera laminada. Los tres tipos más comunes de madera compuesta estructural son los siguientes:

- Madera laminada de chapas (LVL): fabricada usando hojas de chapas de madera; se parece a una madera contrachapada gruesa.
- Madera de hebras paralelas (PSL): fabricada usando tiras estrechas de chapas de madera.
- Madera de hebras laminadas (LSL): fabricada usando grandes hebras de madera; se parece a un OSB grueso.

Componentes de Construcción Fabricados de Madera

Los componentes de construcción fabricados de madera se producen combinando y/o configurando madera aserrada estándar y/o productos de panel de madera para crear componentes estructurales eficientes. Los componentes comunes incluyen los siguientes:

- Armaduras de techo de madera: típicamente fabricadas con piezas de 2×4 o 2×6 unidas por conectores de placa metálica; usan menos madera, cubren mayores distancias y permiten una instalación más rápida que el entramado de techo tradicional.

- Armaduras de piso de madera: comúnmente fabricadas con cuerdas superiores e inferiores de 2×4 o 2×6 y alma del mismo tamaño unida con conectores de placa metálica, o con alma de menor tamaño unida mediante juntas dentadas adheridas; cubren mayores distancias y facilitan la instalación mecánica y eléctrica en comparación con el entramado de piso convencional.
- Viguetas en I de madera (I-joists): elementos en forma de I fabricados típicamente con patines superiores e inferiores de madera sólida, LVL o LSL, con almas de madera contrachapada u OSB sólidas; cubren mayores distancias, pueden fabricarse en longitudes largas y son más ligeras que el entramado de piso convencional.
- Componentes de panel de madera: componentes prefabricados de piso, muro o techo contruidos con madera dimensional y/o productos de panel de madera.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE INGENIERÍA

14. ¿Qué material es propenso al daño por fuego y al deterioro por humedad e insectos? A. concreto B. mampostería C. madera D. acero
15. El concreto es más resistente en _____. A. resistencia a la compresión B. resistencia a la tensión C. resistencia al cortante D. resistencia a fluidos
16. ¿Cuál de los siguientes es un tipo de agregado? A. grava B. capa superficial del suelo C. agua D. cemento
17. Aproximadamente, ¿qué porcentaje (en volumen) representa el agregado en el concreto de uso general? A. 25 % B. 50 % C. 75 % D. 90 %
18. ¿Qué significa un tamaño de tamiz No. 4? A. El tamiz tiene aberturas de 4 in. B. El tamiz tiene cuatro aberturas por pulgada cuadrada. C. El tamiz tiene cuatro aberturas por pulgada lineal. D. El tamiz tiene cuatro aberturas por pie cuadrado.
19. ¿Qué producto de panel de madera está compuesto por capas finas de chapas de madera adheridas en direcciones alternas? A. madera contrachapada B. tablero de hebras orientadas (OSB) C. tablero de partículas D. tablero de fibra de densidad media (MDF)
20. El “10” en una viga de acero W10 × 30 indica ¿qué? A. el ancho nominal del patín en pulgadas B. la profundidad nominal de la viga en pulgadas C. el peso por pie de longitud en libras D. la longitud de la viga en pies
21. ¿Cuál de los siguientes tipos de mortero tiene la mayor resistencia? A. Tipo M B. Tipo S C. Tipo N D. Tipo O

MECÁNICA DE SUELOS

TIPOS DE COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES DEL SUELO

El suelo contiene tres componentes: sólido (roca meteorizada y vegetación descompuesta), líquido (agua) y gas (aire). Los suelos se clasifican comúnmente por categoría, tipo y/o tamaño de grano. Tres categorías amplias utilizadas en la clasificación de suelos son las siguientes:

- Suelos cohesivos: suelos con partículas muy pequeñas que tienden a adherirse entre sí, como la arcilla.
- Suelos no cohesivos: suelos que no tienden a adherirse entre sí, como la grava, la arena y el limo.
- Suelos orgánicos: suelos que contienen materia orgánica, como la turba.

El tipo de suelo se utiliza típicamente para clasificar los depósitos de suelo y roca en las excavaciones según su estabilidad. Los estándares de OSHA clasifican cuatro tipos de depósitos de suelo y roca:

- Roca estable: material natural y sólido que puede excavar con lados verticales y permanece intacto mientras está expuesto.
- Tipo A: suelos cohesivos no perturbados con una resistencia a la compresión no confinada de 1.5 toneladas por pie cuadrado (tsf) o más.
- Tipo B: suelos cohesivos con resistencia a la compresión no confinada mayor a 0.5 tsf pero menor a 1.5 tsf; también incluye suelos granulares estables y no cohesivos, suelos previamente perturbados y roca inestable.
- Tipo C: suelos cohesivos con resistencia a la compresión no confinada de 0.5 tsf o menos, suelos inestables, y suelos y rocas saturados.

Los tamaños de grano del suelo se utilizan para identificar la composición y propiedades de una muestra de suelo. Los tamaños de grano se determinan mediante un análisis de tamizado y se clasifican según los números de tamiz estándar de EE. UU. (Figura 2-6). Los suelos más gruesos que el tamiz No. 200 se consideran suelos de grano grueso, y los suelos más finos que el tamiz No. 200 se consideran suelos de grano fino.

Figura 2-6 Tamices Estándar de EE. UU. para Tamaños de Grano del Suelo

Tamaño de Tamiz	Abertura del Tamiz
No. 4	4.75 mm
No. 10	2.00 mm
No. 20	0.850 mm
No. 40	0.425 mm
No. 60	0.250 mm
No. 100	0.150 mm
No. 200	0.075 mm

La distribución del tamaño de grano de un suelo puede influir considerablemente en sus propiedades. La mayoría de los suelos no cohesivos son suelos de grano grueso, y su distribución de tamaño de grano puede identificarse mediante análisis de tamizado. Sin embargo, los suelos cohesivos tienen partículas demasiado pequeñas para determinarse mediante este análisis. Las técnicas más comunes para analizar suelos cohesivos son el método del hidrómetro y el método de los límites de Atterberg. Un hidrómetro analiza las partículas observando indirectamente sus velocidades de sedimentación en una mezcla de suelo y agua. El método de los límites de Atterberg define la consistencia del suelo en cuatro estados: líquido, plástico, semisólido y sólido. Existen tres límites de transición entre cada uno de estos estados:

- Límite líquido: transición entre los estados líquido y plástico.
- Límite plástico: transición entre los estados plástico y semisólido.
- Límite de contracción: transición entre los estados semisólido y sólido.

Estos límites se utilizan para ayudar a clasificar los suelos y determinar sus aplicaciones.

Para más información, consulte a Liu & Evett en la lista de referencias.

La cantidad de agua y aire, o vacíos, dentro de un suelo también influye en sus propiedades y características. Existen tres fenómenos relacionados con el agua dentro del suelo:

- **Permeabilidad:** el movimiento del agua en el suelo a través de los vacíos. Los suelos con vacíos grandes, como la grava y la arena, generalmente tienen mayor permeabilidad que los suelos con vacíos más pequeños, como la arcilla.
- **Capilaridad:** el ascenso del agua, en contra de la gravedad, desde una fuente de agua hacia los vacíos dentro de un suelo. Los suelos con alta capilaridad típicamente tienen un tamaño de grano más pequeño y mayor permeabilidad, como los limos y las arenas muy finas.
- **Levantamiento por helada (frost heave):** la expansión vertical del suelo debido a la congelación del agua dentro de él.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN Y SONDEOS DE SUELO

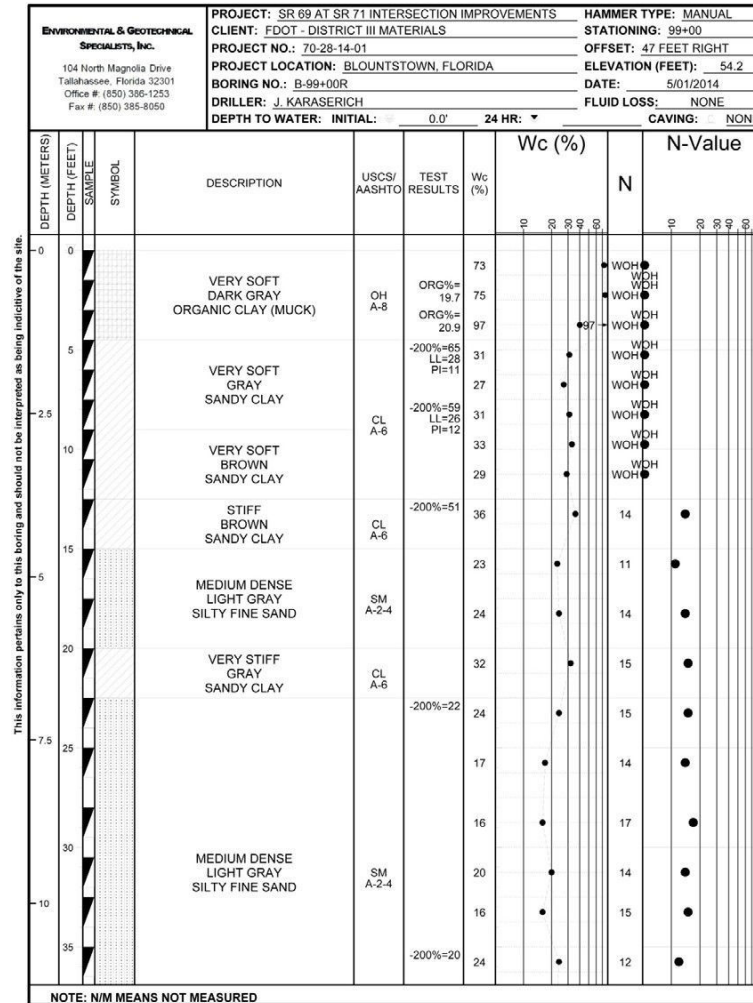
La investigación del suelo generalmente comienza con un estudio preliminar que típicamente incluye información geológica y topográfica general obtenible de agencias gubernamentales federales, estatales y locales. La exploración del subsuelo es el siguiente paso en la investigación del suelo y consta de tres etapas:

- **Sondeo (boring):** perforar o excavar un hoyo en el suelo. Los tipos comunes de sondeos incluyen sondeos con barrena (auger), sondeos por lavado (wash), pozos de prueba (test pits) y sondeos con núcleo (core).
- **Muestreo:** extraer el suelo del hoyo. Las muestras pueden clasificarse como perturbadas (sondeos con barrena y lavado) o no perturbadas (pozos de prueba y sondeos con núcleo).
- **Prueba:** el proceso de determinar las propiedades y características del suelo. Las pruebas pueden realizarse en campo o en laboratorio. La prueba de campo más común utilizada en los Estados Unidos es la prueba de penetración estándar (SPT).

Para más información, consulte a Liu & Evett en la lista de referencias.

El paso final en la investigación del suelo es el informe de investigación del suelo, o informe geotécnico. El informe geotécnico identifica los métodos utilizados para las pruebas; proporciona una descripción de la geología del sitio y las condiciones del subsuelo; y proporciona recomendaciones de análisis, diseño y construcción. También se incluye en el informe geotécnico un mapa de las ubicaciones de prueba y los registros de sondeo, si se utilizó sondeo. Véase la Figura 2-7 para un ejemplo de un registro de sondeo. Los registros de sondeo indican qué tipo y a qué profundidad pueden esperarse diferentes tipos y condiciones de suelo. Deben revisarse al inicio del proceso de construcción y pueden ayudar al contratista a identificar la cantidad de relleno disponible de las excavaciones, el tipo de protección de excavación que se requerirá, las ubicaciones de posibles contaminantes del suelo, el alcance de cualquier excavación en roca, los requisitos de deshidratación y otros factores de constructibilidad.

Figura 2-7 Ejemplo de un Registro de Sondeo



Reimpreso con autorización de Environmental & Geotechnical Specialists, Inc., 2015.

TIPOS DE CIMENTACIONES

Existen dos tipos básicos de cimentaciones: cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas.

Cimentaciones Superficiales

Las cimentaciones superficiales se apoyan sobre suelo adecuado encontrado en la base de una estructura. Las cimentaciones superficiales son típicamente menos costosas que las cimentaciones profundas. Los tipos comunes de cimentaciones superficiales incluyen los siguientes:

- Zapata aislada, de columna individual o de pedestal: una losa de concreto que distribuye una carga concentrada proveniente del edificio superior.
- Zapata corrida, de muro o continua: una franja continua de concreto que soporta una carga continua superior, similar a un muro de carga.
- Losa monolítica sobre el terreno: una losa de concreto con bordes engrosados bajo las cargas superiores. Es el tipo de cimentación menos costoso. Se usa típicamente en áreas con poca o ninguna helada del terreno.

- Sótano o espacio de gateo (crawl space): un muro de cimentación, generalmente de concreto o mampostería, asentado sobre una zapata corrida de concreto. Se usa típicamente en áreas con helada profunda del terreno, nivel freático bajo y/o cambios de nivel.
- Cimentación de losa flotante (mat o raft): cimentación grande, a menudo gruesa, que soporta toda la estructura. A menudo se usa cuando las zapatas de columna se vuelven tan grandes que se superponen, o cuando resulta más económico colarlas como una sola unidad.

Cimentaciones Profundas

Las cimentaciones profundas se utilizan para penetrar las capas superiores de suelos insatisfactorios y permitir que la estructura se apoye sobre suelos o roca satisfactorios más profundos en la tierra. Los tipos comunes de cimentaciones profundas incluyen los siguientes:

- Pilote perforado (caisson): un eje cilíndrico perforado o excavado con un extremo acampanado y, si se requiere, relleno con concreto. Se usa para transferir cargas a través de capas de suelos insatisfactorios hacia suelos o roca satisfactorios debajo.
- Pilotes (piles): un material, típicamente madera, acero o concreto, hincado en el terreno a través de suelo insatisfactorio hasta encontrar una capa de apoyo firme (pilote de punta) o suficiente resistencia por fricción (pilote de fricción).

MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELO EN CAMPO

Los estándares de OSHA requieren que se realice al menos una prueba visual y una prueba manual de análisis de suelo en campo por parte de una persona calificada en el sitio de prueba para la clasificación del suelo. El análisis visual requiere la observación de las condiciones del suelo y las propiedades de los materiales excavados para establecer clasificaciones generales del suelo. Las pruebas manuales de campo se utilizan para clasificar con mayor precisión un suelo, proporcionando información adicional y determinando sus propiedades. Los estándares de OSHA requieren que se utilice una de las siguientes pruebas para el análisis manual de suelo en campo:

- Prueba de plasticidad: requiere que quien realiza la prueba molde una muestra húmeda de suelo en forma de bola e intente enrollarla en hilos tan delgados como 1/8 in. de diámetro × 2 in. de longitud. La muestra de suelo se sostiene por un extremo, y si no se rompe ni se desgarra, se considera un suelo cohesivo.
- Prueba de resistencia en seco: usada para determinar la cantidad de resistencia y la presencia de fisuras en suelos secos.
- Prueba de penetración con el pulgar: usada para estimar la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos según la profundidad de penetración del pulgar (Figura 2-8).

Figura 2-8 Nivel de Penetración con el Pulgar – Prueba Estándar ASTM D 2488

Penetración del Pulgar	Resistencia No Confinada	Tipo de Suelo
1/4 in. o menos	1.5 tsf	A
1/4 in. – 1 in.	0.5–1.5 tsf	B
1 in. o más	0.5 tsf	C

- Penetrómetro de bolsillo: instrumento de lectura directa, operado por resorte, usado para determinar la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos saturados. Una vez

insertado en el suelo, un indicador deslizante muestra la lectura en toneladas por pie cuadrado (tsf) o kilogramos por centímetro cuadrado (kPa). Los penetrómetros tienen tasas de error de $\pm 20\%$ – 40% .

- **Veleta de corte (torvane):** instrumento operado a mano usado para determinar la resistencia a la compresión no confinada del suelo. La resistencia del suelo se obtiene presionando las aspas del instrumento en una sección nivelada de suelo no perturbado y girando lentamente una perilla de torsión hasta que ocurra la falla del suelo. La lectura del instrumento debe multiplicarse por 2 para obtener resultados en toneladas por pie cuadrado (tsf) o kilogramos por centímetro cuadrado (kPa).
- **Prueba de secado:** usada para diferenciar entre material cohesivo con fisuras, material cohesivo sin fisuras y material granular.

CAMBIOS DE VOLUMEN Y COMPACTACIÓN

El tipo, el contenido de agua, el contenido de aire y la ubicación geográfica pueden afectar el volumen de un suelo. Algunos suelos, particularmente aquellos con alta plasticidad, pueden hincharse y contraerse significativamente como resultado del humedecimiento y secado. En lugares donde la temperatura cae por debajo del punto de congelación, el agua dentro del suelo puede congelarse y descongelarse, causando que el volumen del suelo se expanda y contraiga con los cambios de temperatura.

El suelo puede disminuir en volumen al ser comprimido. Los métodos de compresión del suelo incluyen los siguientes:

- **Consolidación:** la extrusión de agua de los vacíos dentro de un suelo como resultado del aumento de carga. El tamaño de grano y la permeabilidad de un suelo afectan considerablemente el tiempo que tarda el proceso de consolidación.
- **Compactación:** la presión apretada de las partículas del suelo expulsando aire del espacio de vacíos. La compactación del suelo aumenta su densidad y resistencia al cortante, y resulta en una disminución de su permeabilidad y asentamiento futuro.

En la construcción, el suelo se denomina comúnmente como estando en una de tres condiciones: en banco (bank), suelto (loose) o compactado. El suelo en banco es el que se encuentra en su estado natural no perturbado. El suelo suelto es el que ha sido perturbado de su estado natural, creando vacíos y haciendo que el suelo se hinche y aumente de volumen. El suelo compactado es el que ha sido comprimido para reducir el aire en el suelo, disminuyendo su volumen.

El suelo típicamente se compacta en campo en capas, o tendidos (lifts), mediante equipo mecánico. Existen varios tipos comunes de equipo mecánico utilizados en la compactación del suelo, incluyendo los siguientes:

- **Apisonadoras (tamperers):** dispositivos operados manualmente que compactan el suelo mediante una serie de golpes verticales.
- **Compactadoras de placa:** dispositivos operados a mano o a máquina que consisten en una placa metálica pesada y plana que vibra hacia arriba y abajo para compactar el suelo.
- **Rodillos de rueda lisa:** compactan el suelo mediante el uso de rodillos metálicos lisos y pesados.
- **Rodillos pata de cabra (sheepsfoot):** compactan el suelo mediante un tambor metálico pesado con patas metálicas que sobresalen, creando una acción de amasado más efectiva en suelos de grano fino, como la arcilla.

- Rodillos neumáticos: compactan el suelo mediante varias llantas de hule altamente infladas.
- Rodillos vibratorios: compactan el suelo vibrando un rodillo hacia arriba y abajo mientras se desplaza sobre el suelo.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – MECÁNICA DE SUELOS

- ¿Cuál de los siguientes es un tipo de cimentación profunda? A. espacio de gateo (crawl space) B. zapata corrida C. zapata de losa flotante (mat) D. pilote perforado (caisson)
- ¿Qué tipo de suelo es la arcilla? A. roca sólida B. suelo cohesivo C. suelo no cohesivo D. suelo orgánico
- ¿Qué tipo de suelo es la arena? A. roca sólida B. suelo cohesivo C. suelo no cohesivo D. suelo orgánico
- El suelo que ha sido excavado y apilado se considera que está en estado _____. A. natural B. en banco C. suelto D. compactado
- ¿Cuál es el propósito de un análisis visual de suelo en campo? A. ver cuánto trabajo se ha completado B. establecer clasificaciones generales del suelo C. verificar la presencia de gusanos en el suelo D. desarrollar un plan de excavación
- ¿Cuál es el orden correcto de la exploración del subsuelo? A. sondeo, muestreo, prueba B. muestreo, sondeo, prueba C. muestreo, prueba, sondeo D. prueba, muestreo, sondeo
- Los suelos de grano fino son suelos más finos que un _____. A. tamiz No. 60 B. tamiz No. 100 C. tamiz No. 200 D. tamiz No. 400
- Con referencia al ejemplo del registro de sondeo en la Figura 2-7, ¿a qué profundidad aproximada esperarías encontrar arcilla arenosa gris muy firme? A. 5 ft a 9 ft B. 10 ft a 14 ft C. 15 ft a 19 ft D. 20 ft a 22 ft

MECÁNICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES

DISEÑO DE CIMBRA (FORMWORK)

La cimbra se utiliza en la construcción con concreto para moldear y controlar el concreto y lograr el tamaño, forma, colocación y/o acabado deseados del concreto colado. La cimbra puede ser un componente permanente o temporal de la estructura. Históricamente, la cimbra se construía con madera y se usaba para un solo proyecto. Hoy en día, se utilizan una amplia variedad de materiales y métodos en la cimbra. Los materiales comunes incluyen madera dimensional, madera contrachapada, productos de madera de ingeniería, acero, aluminio aleado, plástico reforzado con fibra de vidrio, aislamiento rígido y tela. La cimbra puede ser de construcción personalizada o prefabricada.

Las cimbras prefabricadas son formas reutilizables o de un solo uso que un fabricante preingeniería comúnmente para un uso particular. A continuación se presentan las cimbras prefabricadas comunes:

- Formas y sistemas de panel: formas reutilizables que comprenden un sistema de paneles, herrajes y amarres. Los paneles típicamente se fabrican en tamaños modulares, a menudo de 2 ft o 4 ft de ancho, con alturas que van de 2 ft a 8 ft.
- Cimbras tubulares de fibra para columnas: formas de un solo uso y de una sola pieza. Pueden cortarse fácilmente con sierra a la longitud deseada y comúnmente varían en diámetro de 6 in. a 48 in.

- Cimbras redondas de plástico reforzado con fibra de vidrio para columnas: formas reutilizables de una sola pieza que se atornillan o sujetan a lo largo de una sola junta, permitiendo retirar la forma después de que el concreto ha curado. Los diámetros comunes van de 12 in. a 36 in.
- Cimbras redondas de acero para columnas: formas reutilizables compuestas por secciones conectadas mediante herrajes, con refuerzo integrado en las formas.
- Cimbras de concreto aislado (ICF): formas de un solo uso compuestas por unidades o paneles modulares entrelazados de aislamiento rígido. Las formas permanecen en su lugar, convirtiéndose en parte permanente de la estructura con valor R adicional.
- Lámina metálica (metal deck): láminas de acero corrugadas o nervadas, de un solo uso, que forman, soportan y refuerzan el concreto colado. Una vez colocado el concreto, la lámina metálica se convierte en parte permanente de la estructura.

El aspecto más crítico de la cimbra es su capacidad de soportar de manera segura todas las cargas aplicadas durante la colocación del concreto. La forma en que la cimbra se apuntala, se reapuntala y se desencofra debe considerarse antes de su instalación. Las cargas más comunes que enfrenta la cimbra son cargas verticales, cargas laterales y cargas impuestas por la presión lateral del concreto fresco.

Cargas Verticales

Las cargas verticales sobre la cimbra incluyen cargas muertas —como el peso del concreto, el refuerzo y la cimbra misma— y cargas vivas —como el peso de los trabajadores, el equipo y los materiales almacenados. La carga vertical se calcula en libras por pie cuadrado (psf) sumando las cargas muertas y vivas.

Aunque el peso del concreto puede variar mucho, la mayoría del concreto con acero de refuerzo usado en cimbra pesa alrededor de 140 a 150 pcf. La cimbra a menudo tiene poco peso (típicamente 3–15 psf) comparado con el peso del concreto y la carga viva. Por ello, se asume comúnmente una carga muerta de 150 pcf (o 12.5 psf por pulgada de espesor de losa) en el diseño de cimbra.

El Instituto Americano del Concreto (ACI) recomienda que la cimbra se diseñe con una carga viva mínima de 50 psf por el peso de los trabajadores y equipo estándar, y 75 psf si se usan carros motorizados.

Ejemplo: la carga vertical mínima de la cimbra para una losa de concreto de 6 in. de espesor colocada con equipo estándar se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Carga muerta} = 12.5 \text{ psf/in.} \times 6 \text{ in.} = 75 \text{ psf}$$

$$\text{Carga viva} = 50 \text{ psf}$$

$$\text{Carga vertical total} = \text{Carga muerta} + \text{Carga viva} = 75 \text{ psf} + 50 \text{ psf} = 125 \text{ psf}$$

Cargas Laterales

Las cargas laterales que enfrenta la cimbra incluyen el viento, el movimiento del equipo de concreto, el vertido del concreto y las cimbras inclinadas. El ACI recomienda una carga lateral mínima para cimbras de losa de 100 plf del borde de la losa, o el 2 % de la carga muerta total, cualquiera que sea mayor. Las cargas de viento se determinan según los requisitos del código local, pero deben ser de un mínimo de 100 plf o 15 psf para cimbras de muro. La carga lateral que el movimiento del equipo de concreto impone sobre la cimbra se basa en el peso del equipo y la aceleración o desaceleración promedio del equipo.

Para más información, consulte a Johnston en la lista de referencias.

Cargas Impuestas por la Presión Lateral del Concreto Fresco

Las cargas impuestas por la presión lateral del concreto fresco resultan del comportamiento temporal del concreto fresco como un fluido, creando una presión hidrostática que actúa lateralmente contra las cimbras verticales. La fórmula básica para calcular la presión lateral del concreto recién colocado es:

$$CCP = w \times h$$

donde: CCP = presión lateral en libras por pie cuadrado; w = peso del concreto fresco en libras por pie cúbico; h = profundidad del concreto en pies.

Ejemplo: el concreto con un peso fluido de 150 pcf colocado a una profundidad de 4 ft tiene una presión lateral de 600 psf (150 pcf $\times$ 4 ft = 600 psf).

Varios otros factores también pueden afectar la presión lateral sobre la cimbra, incluyendo la tasa de colocación del concreto, la vibración, la temperatura y la composición de la mezcla de concreto.

Los aditivos son otro factor de influencia importante en las presiones laterales del concreto sobre la cimbra. En años recientes, el ACI ha ampliado la fórmula básica anterior para tener en cuenta los efectos de los aditivos, mediante fórmulas revisadas que incorporan un coeficiente de química (CC), un coeficiente de peso unitario (CW), la tasa de colocación (R) y la temperatura del concreto (T).

Para más información, consulte a Johnston en la lista de referencias.

CARGAS EN VIGAS

En términos de diseño estructural, una viga es cualquier elemento estructural horizontal que se apoya en puntos de reacción y está sujeto a una fuerza/carga. Las viguetas, largueros (stringers), correas (purlins), dinteles, cabezales (headers) y trabes (girders) son todos tipos de vigas comúnmente encontrados en la construcción. Una viga típicamente está sujeta a fuerzas/cargas aplicadas perpendicularmente a su eje longitudinal. Estas fuerzas perpendiculares causarán cortante y flexión en la viga.

- Cortante: existen dos tipos comunes de cortante que pueden afectar una viga: cortante vertical y cortante horizontal. El cortante vertical es la tendencia de una parte de la viga a moverse verticalmente respecto a una parte adyacente, perpendicular al eje de la viga. El cortante horizontal es la tendencia de las fibras de una viga a deslizarse horizontalmente unas sobre otras, paralelamente al eje de la viga.
- Flexión: una viga tenderá a flexionarse cuando se le aplican fuerzas/cargas. La flexión de una viga resulta en deflexión. La deflexión es la cantidad que una viga se flexiona cuando se aplica una fuerza/carga, y típicamente se mide en pulgadas.

Las vigas pueden tener cargas concentradas, cargas distribuidas, o una combinación de ambas. Las vigas con cargas distribuidas uniformemente a lo largo de la viga se consideran uniformemente cargadas. Además de la forma en que se carga una viga, la manera en que está apoyada juega un papel importante en determinar cómo las fuerzas/cargas la afectarán. La Figura 2-9 ilustra los tipos comunes de apoyos de viga.

Para más información, consulte a Beer, Johnston, & Mazurek, y a Wujec en la lista de referencias.

Figura 2-9 Tipos Comunes de Apoyos de Viga

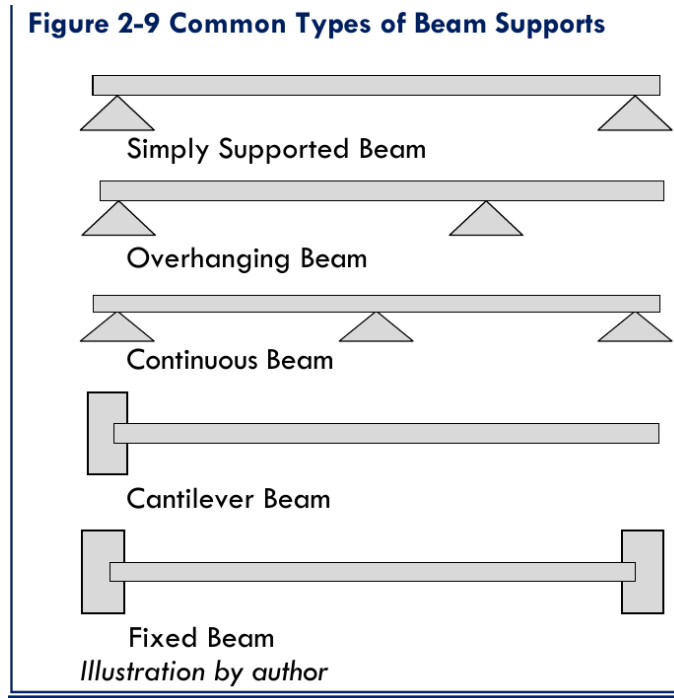


Ilustración del autor.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – MECÁNICA Y RESISTENCIA DE MATERIALES

30. La madera, el acero y el aislamiento rígido se utilizan todos para _____. A. acabado de concreto B. apuntalamiento de cimbra C. fortalecimiento del concreto D. cimbra de concreto
31. La deflexión es resultado de qué tipo de esfuerzo? A. flexión B. tensión C. cortante D. axial
32. ¿Cuál de las siguientes es un tipo de cimbra multiuso? A. cimbras tubulares de fibra para columnas B. cimbras de concreto aislado (ICF) C. cimbras de panel D. agente desmoldante
33. ¿Cuál de las siguientes se consideraría una carga muerta? A. trabajadores B. equipo C. materiales almacenados D. cimbra

MECÁNICA DE AIRE Y FLUIDOS

PSICROMETRÍA

La psicrometría es el término utilizado para describir las propiedades termodinámicas del aire mezclado con vapor de agua. En el campo de HVAC, se consideran siete propiedades del aire:

- Temperatura de bulbo seco (DB): es la temperatura del aire y la medida del calor sensible.
- Temperatura de bulbo húmedo (WB): es la temperatura del aire medida con un termómetro cubierto por una mecha húmeda. A medida que el agua de la mecha se evapora, la temperatura del termómetro disminuye debido al calor latente del proceso de evaporación. Las temperaturas de bulbo húmedo y bulbo seco son iguales solo cuando el aire está 100 % saturado (100 % HR) y no puede ocurrir evaporación. Cuando el aire no está 100 % saturado, la temperatura de bulbo húmedo siempre será menor que la de bulbo seco. La temperatura de bulbo húmedo es la temperatura más baja a la que el aire puede enfriarse mediante la evaporación de agua.

- Temperatura de punto de rocío (DP): es la temperatura a la que el vapor de agua en el aire comienza a condensarse. En este punto, el aire está 100 % saturado y no puede retener más vapor de agua. La humedad relativa (HR) es la proporción de humedad en el aire comparada con la cantidad máxima que esa misma muestra de aire podría retener, y se expresa como porcentaje.
- Razón de humedad o humedad absoluta (W): es la cantidad de agua en 1 lb de aire seco. Se expresa en granos de humedad por libra de aire seco (gr/lb) o libras de agua por libra de aire seco (lb/lb). Un grano de humedad equivale a 1/7,000 lb.
- Volumen específico (v): es el tamaño físico o volumen de 1 lb de aire seco. A medida que el aire se calienta y humidifica, se vuelve más grande; al enfriarse y deshumidificarse, la misma masa de aire se vuelve más pequeña.
- Entalpía (h): es la cantidad total de energía térmica (sensible y latente) en el aire. Se mide en BTU por libra de aire seco.

CARTA PSICROMÉTRICA

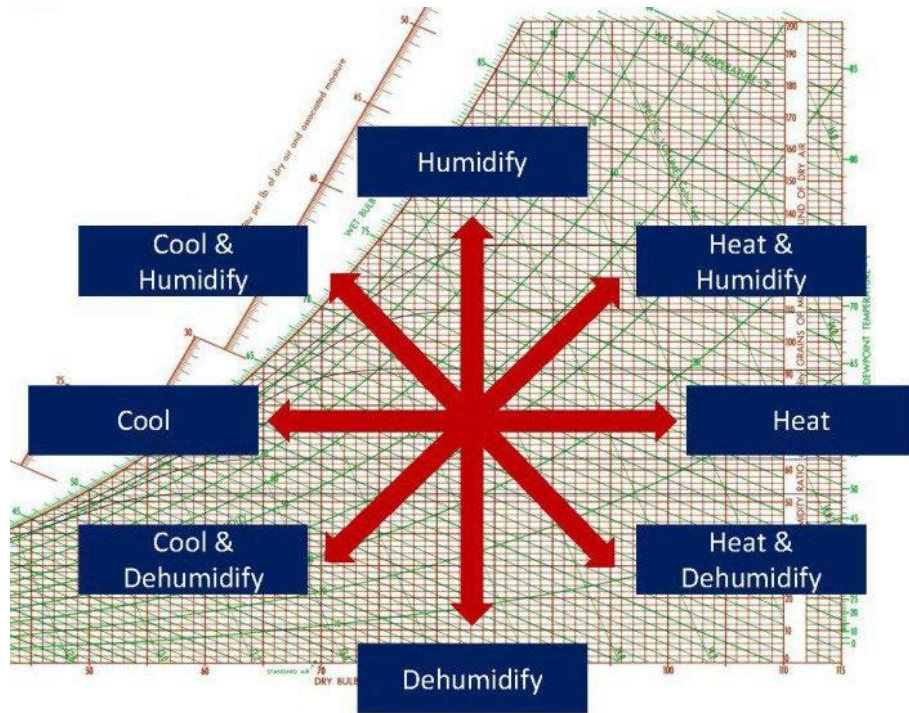
La carta psicrométrica es una representación gráfica de las siete propiedades del aire descritas anteriormente. Si se conocen dos propiedades del aire, se puede ubicar un punto en la carta y determinar las cinco propiedades restantes. Véase la Figura 2-10 para un ejemplo de carta psicrométrica. Toda la información proporcionada en la carta corresponde a 1 lb de aire. En la industria de HVAC, generalmente interesa la diferencia entre dos puntos. Los puntos que se desplazan hacia la derecha en la carta representan aire que está siendo calentado. Los puntos que se desplazan hacia arriba representan aire que está siendo humidificado (Figura 2-11).

Figura 2-10 Ejemplo de Carta Psicrométrica



Reimpreso con autorización de Trane U.S. Inc., 2015.

Figura 2-11 Movimiento de Temperatura y Humedad en la Carta Psicrométrica



Términos Importantes

- Calor sensible: calor añadido al aire sin añadir humedad. A medida que aumenta el calor sensible, los puntos en la carta psicrométrica se mueven hacia la derecha.
- Calor latente: el calor oculto añadido al aire al añadir humedad (aproximadamente 1,000 BTU/lb de agua). A medida que aumenta el calor latente, los puntos en la carta se mueven hacia arriba.
- Unidad Térmica Británica (BTU): una cantidad de calor. Es la cantidad de calor necesaria para elevar 1 °F la temperatura de una libra de agua. Un MBH equivale a 1,000 BTU/hr.

Para más información, consulte a Janis & Tao en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – MECÁNICA DE AIRE Y FLUIDOS

34. ¿Qué propiedad del aire es la mejor medida del calor latente? A. bulbo seco B. humedad relativa C. entalpía D. razón de humedad
35. Si tiene una muestra de aire con una temperatura de bulbo seco de 80 °F y una HR de 50 %, ¿cuál es su temperatura de bulbo húmedo? A. 31° B. 67° C. 77° D. 80°
36. Si tiene una muestra de aire con una temperatura de bulbo seco de 60 °F y una HR de 100 %, ¿cuál es su temperatura de bulbo húmedo? A. 30° B. 60° C. 90° D. 120°
37. Usando la carta psicrométrica, si tiene una muestra de aire con una temperatura de bulbo seco de 60 °F y una razón de humedad de 23.0 gr/lb, ¿cuál es su humedad relativa? A. 10 % B. 30 % C. 50 % D. 70 %
38. La muestra de aire A tiene una temperatura de bulbo seco de 80 °F y una humedad relativa de 90 %. La muestra de aire B tiene una temperatura de bulbo seco de 65 °F y una humedad relativa de 90 %. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera? A. A tiene más calor sensible pero el mismo calor latente que B. B. A tiene menos calor sensible pero más calor latente que B. C. A tiene más calor sensible y latente que B. D. A tiene menos calor sensible y latente que B.

ELECTRICIDAD

LEY DE OHM

La energía eléctrica es el flujo de electrones a través de un conductor. A continuación se presentan las unidades básicas que describen los circuitos eléctricos:

- Voltaje: la fuerza electromotriz (FEM) o diferencia de potencial que provoca el flujo de una corriente eléctrica. La unidad de medida es el voltio (E).
- Corriente: el flujo de electrones, específicamente el flujo de 1 culombio por segundo a través de un conductor. La unidad de medida es el amperio (A).
- Resistencia: la propiedad interna de la materia que resiste el flujo de corriente. La unidad de medida es el ohm (R). Los materiales con baja resistencia se llaman conductores. Los materiales con alta resistencia se llaman aislantes.

La relación entre voltaje, corriente y resistencia está definida por la Ley de Ohm:

Voltaje = Corriente × Resistencia ($E = I \times R$)

CIRCUITOS EN SERIE

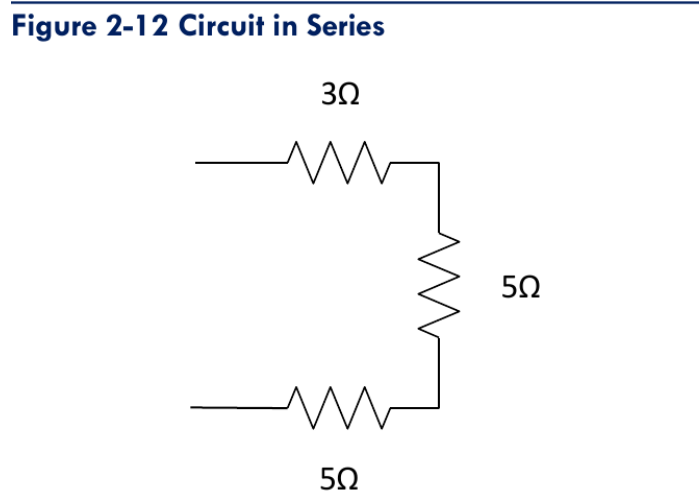
Las resistencias en un circuito pueden disponerse en serie, en paralelo, o en una combinación de ambas. Los circuitos en serie tienen las resistencias alineadas (Figura 2-12). La resistencia total puede simplemente sumarse:

$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_n$

Ejemplo: si tiene un circuito con tres resistencias en serie y una resistencia tiene 3 ohmios (Ω) y las otras dos tienen 5 Ω cada una, ¿cuál es la resistencia total?

$R_t = 3 \Omega + 5 \Omega + 5 \Omega = 13 \Omega$

Figura 2-12 Circuito en Serie



CIRCUITOS EN PARALELO

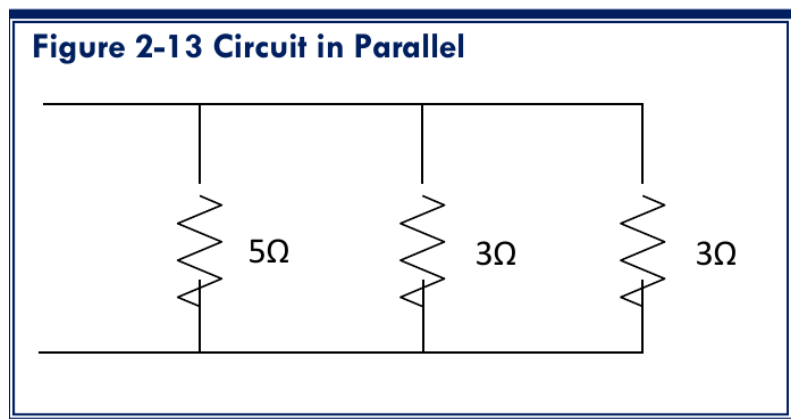
Los circuitos en paralelo tienen las resistencias lado a lado (Figura 2-13). La fórmula para calcular la resistencia total es la siguiente:

$$1/R_t = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_n$$

Ejemplo: si tiene un circuito con tres resistencias en paralelo y una resistencia tiene 5 Ω y las otras dos tienen 3 Ω cada una, ¿cuál es la resistencia total?

$$1/R_t = 1/5 \Omega + 1/3 \Omega + 1/3 \Omega = 0.87; R_t = 1.15 \Omega$$

Figura 2-13 Circuito en Paralelo



CA VS. CD

La corriente directa (CD) es el flujo de electrones en una sola dirección. Las baterías proporcionan corriente directa porque los electrones fluyen en una sola dirección, de la terminal negativa a la positiva. Con la corriente alterna (CA), los electrones alternan la dirección del flujo. En los Estados Unidos, la frecuencia (f) es de 60 hercios (Hz), lo que significa que la dirección de la corriente cambia 60 veces por segundo. La energía eléctrica de los edificios es corriente alterna.

POTENCIA

En circuitos de CA monofásicos, la potencia es el producto de Voltios $\times$ Amperios, lo cual se denomina potencia aparente y es la potencia disponible para usar.

Monofásico: P aparente = Voltaje (E) $\times$ Amperios (A)

Trifásico: P aparente = 1.73 $\times$ Voltaje (E) $\times$ Amperios (A)

La unidad de medida para la potencia de CA es el vatio (W) o kilovatio (1,000 W; kW). Cuando el voltaje y el amperaje pico están alineados, se dice que la potencia está en fase. En ese caso, Vatios = Voltios $\times$ Amperios. Sin embargo, muchos aparatos, como motores y computadoras, hacen que el voltaje y el amperaje pico estén fuera de fase entre sí. Cuando están fuera de fase, no se utiliza toda la potencia disponible (potencia aparente). La potencia que realmente se utiliza se llama potencia real o potencia de trabajo. El factor de potencia (FP) es un número entre 0 y 1 y mide cuánta de la potencia disponible se está utilizando. Cuando el voltaje y el amperaje están en fase, se utiliza toda la potencia aparente y el factor de potencia es 1. Cuando solo se utiliza parte de la potencia aparente, el factor de potencia será menor a 1.

Monofásico: $P_{\text{real}} (\text{vatios}) = V \times A \times FP$

Trifásico: $P_{\text{real}} (\text{vatios}) = 1.73 \times V \times A \times FP$

POTENCIA VS. ENERGÍA

La potencia y la energía no son lo mismo. La potencia es la tasa de transferencia de energía. En un edificio, la potencia es la cantidad de electricidad que se está utilizando en un momento dado. Un foco de 60 W consume 60 vatios por segundo; es una tasa de consumo de energía. La energía es la capacidad de realizar trabajo y es cuantificable. Es la tasa de consumo multiplicada por el tiempo.

Energía = W × hr

Debido a que el vatio es relativamente pequeño, se utiliza típicamente el kilovatio. Si un foco de 60 W está encendido durante 80 horas, entonces Energía = 60 W × 80 hr = 4,800 Wh, o 4.8 kWh. Las empresas de servicios públicos venden energía y cobran por kilovatio-hora.

Para más información, consulte a Janis & Tao en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – ELECTRICIDAD

39. Si tiene 10 Ω de resistencia y un voltaje de 20 V, ¿cuánta corriente circula por el circuito? A. 0.5 A B. 2 A C. 10 A D. 200 A
40. ¿Cuál es la unidad de medida para la potencia de CA? A. voltio B. amperio C. vatio D. culombio
41. Si tiene tres resistencias en serie y cada una tiene 4 Ω , ¿cuál es la resistencia total del circuito? A. 0.75 Ω B. 1.33 Ω C. 4 Ω D. 12 Ω
42. Si tiene tres resistencias en paralelo y cada una tiene 4 Ω , ¿cuál es la resistencia total del circuito? A. 0.75 Ω B. 1.33 Ω C. 4 Ω D. 12 Ω
43. En los Estados Unidos, la corriente alterna es proporcionada por las empresas de servicios públicos a _____ hercios o ciclos por segundo. A. 1 B. 50 C. 60 D. 100
44. Si un circuito trifásico tiene 240 V, usa 100 A con un factor de potencia de 0.5, ¿cuál es la potencia real? A. 0.24 W B. 12,000 W C. 20,760 W D. 24,000 kW
45. Si un circuito monofásico tiene 120 V y usa 10 A con un factor de potencia de 0.8, ¿cuál es la potencia aparente? A. 12 W B. 1,200 W C. 1,661 W D. 2,076 W

RESPUESTAS – CAPÍTULO 2

Propiedades de los materiales de ingeniería: 1. C 2. A 3. A 4. C 5. C 6. A 7. B 8. A

Mecánica de suelos: 1. D 2. B 3. C 4. C 5. B 6. A 7. C 8. D

Mecánica y resistencia de materiales: 1. D 2. A 3. C 4. D

Mecánica de aire y fluidos: 1. D 2. B 3. B 4. B 5. C

Electricidad: 1. B ($E = I \times R$; $20 = I \times 10$; $I = 2$) 2. C 3. D ($4+4+4=12$) 4. B ($1/R=1/4+1/4+1/4$; $R=1.33$) 5. C 6. C ($1.73 \times 240 \times 100 \times 0.5=20,760$) 7. B ($120 \times 10=1,200$)

Examen de Asociado de Construcción Certificado

(Certified Associate Constructor Exam)

Guía de Estudio Oficial

PARTE II

Capítulo 3: Conceptos de Gestión · Capítulo 4: Materiales, Métodos y Modelado y Visualización
de Proyectos

Revisado en diciembre de 2022

CAPÍTULO 3

CONCEPTOS DE GESTIÓN



Contenido del capítulo: Tipos de Contrato (40) · Métodos de Entrega de Contratos (41) · Entidades Empresariales (44) · Contabilidad y Razones Financieras (46) · Sistemas de Gestión (47) · Ética Empresarial (49)

CAPÍTULO 3 ► CONCEPTOS DE GESTIÓN

TIPOS DE CONTRATO

ELEMENTOS DE UN CONTRATO

Existe una variedad de tipos de contrato utilizados en la construcción. Tres tipos comunes de contrato son el de suma global, el de precio unitario y el de costo más honorarios. Los contratos pueden ejecutarse mediante documentos formales, simples apretones de manos, o incluso acuerdos tácitos. Independientemente del tipo de contrato o del método de ejecución, para que un contrato sea válido deben estar presentes cuatro elementos:

- **Acuerdo mutuo:** comúnmente conocido como oferta y aceptación. Una oferta son los términos propuestos del contrato. La aceptación es el acuerdo con la oferta. En un contrato entre dos partes, una proporciona la oferta y la otra la acepta. Un contrato existe únicamente cuando la oferta es aceptada sin condiciones. Tanto la aceptación condicional como la contraoferta se consideran ofertas y deben tener una aceptación incondicional para crear un contrato.

Ejemplo: un contratista ofrece instalar un pasamanos por \$5,000. El propietario acepta el alcance del trabajo, pero pregunta si el contratista lo haría por \$4,000. En este caso, la oferta del contratista ha sido rechazada, y el propietario ha propuesto una nueva oferta. En este punto no existe ningún contrato.

- **Capacidad:** ambas partes deben ser legalmente competentes y capaces de celebrar un contrato.

Ejemplo: los menores de edad, extranjeros ilegales, convictos, personas bajo influencia de sustancias o mentalmente incapacitadas pueden estar legalmente restringidos para celebrar ciertos contratos.

- **Contraprestación:** la promesa de intercambio de algo de valor por una parte a cambio de algo de valor de la otra parte.

Ejemplo: un contratista promete construir un edificio para un propietario; a cambio, el propietario promete pagarle al contratista una cantidad determinada de dinero. En este caso, el edificio y el dinero constituyen la contraprestación.

- **Objeto lícito:** el contrato debe tener fines legales. No se crea un contrato si este requiere que una parte participe en una actividad ilegal.

Para más información, consulte a Collier en la lista de referencias.

CONTRATO DE SUMA GLOBAL

Un contrato de suma global es el tipo de contrato más común. En un contrato de suma global, el contratista ofrece al propietario un precio único, o suma global, para completar el alcance de trabajo contratado. Los cambios en el alcance del trabajo se abordan mediante órdenes de cambio. La rentabilidad del contratista depende de su capacidad para completar el trabajo contratado dentro del precio de suma global. No se otorgan ni se retiran fondos adicionales independientemente de la utilidad o pérdida final del contratista. Con este tipo de contrato, los contratistas tienen el mayor riesgo de costos, y los propietarios el menor.

CONTRATO DE PRECIO UNITARIO

En un contrato de precio unitario, los contratistas proporcionan un precio por unidad de trabajo, como pies cuadrados de banquetas o yardas cúbicas de concreto. El precio final se basa en el número total de unidades instaladas multiplicado por el precio unitario. Este tipo de contrato se utiliza típicamente cuando no se pueden determinar cantidades exactas de antemano. El precio unitario incluye todos los costos de mano de obra, materiales y equipo para una unidad de trabajo, más los gastos generales y la utilidad del contratista. Con este tipo de contrato, tanto el contratista como el propietario comparten el riesgo: el contratista tiene el riesgo de estimar incorrectamente el costo unitario, y el propietario tiene el riesgo de una cantidad de trabajo desconocida.

CONTRATO DE COSTO MÁS HONORARIOS

En un contrato de costo más honorarios, al contratista se le paga por todos los costos directos, como mano de obra, material, equipo, subcontratos y supervisión de campo, más unos honorarios acordados. Los contratos de costo más honorarios se utilizan típicamente en casos en que el alcance del trabajo no está fácilmente definido. Estos contratos tienen la ventaja, para el propietario, de pagar únicamente por lo que el proyecto necesita, sin una prima de riesgo del contratista. Sin embargo, el propietario está en riesgo porque el costo final no se conoce hasta el final del contrato. Los contratos pueden basarse únicamente en tiempo y materiales, sin incluir un precio máximo, o pueden tener un precio máximo garantizado (GMP).

PREGUNTAS DE ESTUDIO – TIPOS DE CONTRATO

1. ¿Cuál de los siguientes es un elemento fundamental de un contrato? A. intercambio de dinero B. alcance de trabajo revisado C. extensión de tiempo D. aceptación mutua
2. ¿Cuál de los siguientes tipos de contrato generalmente se considera con mayor riesgo para el contratista? A. suma global B. precio unitario C. costo más honorarios D. costo más honorarios con GMP
3. ¿Cuál de los siguientes tipos de contrato es mejor cuando el alcance está bien definido pero no las cantidades de material? A. suma global B. precio unitario C. costo más honorarios D. costo más honorarios con GMP

MÉTODOS DE ENTREGA DE CONTRATOS

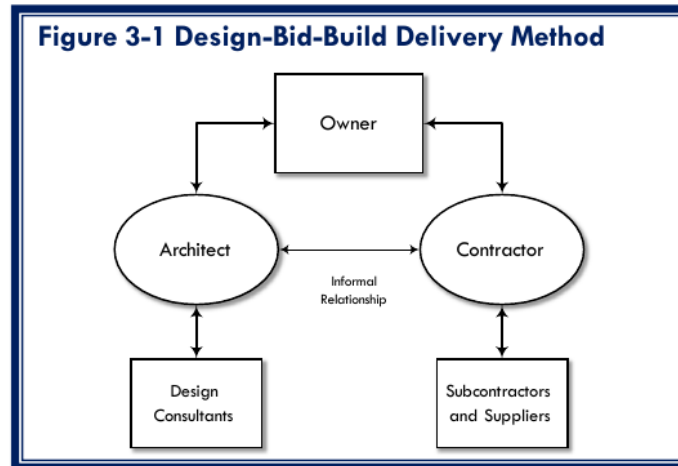
Existen varias familias estandarizadas de contratos. Tres entidades reconocidas que ofrecen formularios contractuales estandarizados son el American Institute of Architects (AIA), el Engineers Joint Contract Documents Committee (EJCDC) y ConsensusDocs. Cinco métodos de entrega comúnmente utilizados en la construcción son el diseño-licitación-construcción tradicional (design-bid-build), diseño-construcción (design-build), gestión de la construcción (CM) como agencia, gestión de la construcción (CM) en riesgo, y entrega integrada de proyectos (IPD). En cada uno de estos contratos existen tres partes principales: propietario, arquitecto y contratista.

DISEÑO-LICITACIÓN-CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL (DESIGN-BID-BUILD)

El método de entrega diseño-licitación-construcción se conoce comúnmente como licitación dura (hard bid), suma estipulada, o precio fijo. En este método, el propietario tiene contratos separados directamente con el arquitecto y el contratista (Figura 3-1). El arquitecto diseña el proyecto, produce los documentos de construcción y brinda administración de la construcción. Una vez completados los documentos de construcción, el proyecto se licita y se selecciona a un contratista para construirlo. El contrato se otorga principalmente con base en el precio; sin embargo, también pueden considerarse las

calificaciones del contratista. El contratista es responsable de construir el proyecto de acuerdo con los documentos contractuales. Tanto el arquitecto como el contratista pueden subcontratar partes de su trabajo contratado; sin embargo, pueden seguir siendo los únicos responsables ante el propietario. Por ejemplo, si un subcontratista de acero instala incorrectamente un elemento y causa una falla, el recurso del propietario es contra el contratista, no contra el subcontratista de acero.

Figura 3-1 Método de Entrega Diseño-Licitación-Construcción



El contratista generalmente se considera que tiene el mayor riesgo en este método de entrega. Cualquier error en la licitación del proyecto es absorbido por el contratista, y no hay garantía de que el contratista obtenga una utilidad en el proyecto. El propietario generalmente se considera que tiene el menor riesgo, porque tiene un precio fijo para el trabajo antes de iniciar la construcción. La excepción es el potencial de órdenes de cambio. Un diseño deficiente puede generar la necesidad de muchos cambios en el trabajo que no fueron cotizados en un entorno competitivo.

Ventajas: el proceso y los roles de cada parte son bien conocidos y comprendidos; los proyectos típicamente involucran licitación competitiva, dando al propietario el precio más bajo que el mercado permita; se conoce un precio fijo para el trabajo incluido en los documentos contractuales antes de iniciar la construcción; este método no requiere que el propietario participe en los procesos diarios de construcción.

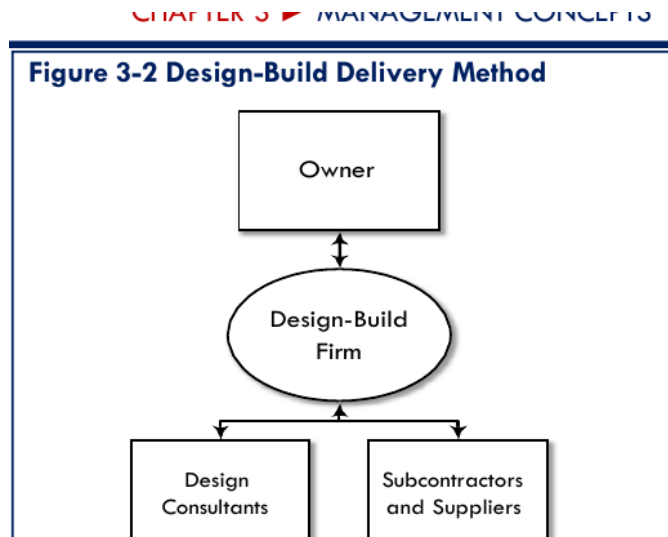
Desventajas: el contratista tiene el mayor riesgo por sobrecostos, como ineficiencias de mano de obra, inflación de costos, o subcontratistas con bajo desempeño; este método puede generar un costo adicional significativo al propietario en proyectos cuyo alcance no esté claramente definido; requiere un cronograma más largo porque las fases de diseño y construcción se realizan en serie; el contratista no participa durante la preconstrucción; la relación entre propietario, arquitecto y contratista es más una relación de independencia mutua (arm's length).

DISEÑO-CONSTRUCCIÓN (DESIGN-BUILD)

En el método de entrega diseño-construcción, el propietario contrata con una sola entidad tanto los servicios de diseño como de construcción (Figura 3-2). Las entidades pueden ser una sola firma de diseño-construcción con empleados de diseño y construcción internos, o una asociación temporal entre firmas de diseño y construcción, comúnmente mediante una empresa conjunta (joint venture) o subcontrato. Debido a que una sola entidad es responsable y tiene la obligación legal tanto del diseño

como de la construcción del proyecto, la firma de diseño-construcción tiene el mayor riesgo de todos los métodos de entrega.

Figura 3-2 Método de Entrega Diseño-Construcción



Ventajas: buena comunicación entre los equipos de diseño y construcción; permite un cronograma de diseño y construcción acelerado (fast-track); permite incorporar más fácilmente cambios en el trabajo; no requiere que el propietario participe en las comunicaciones o procesos diarios de diseño y construcción; permite ingeniería de valor y revisiones de constructibilidad durante la preconstrucción; un único punto de responsabilidad desde la perspectiva del propietario ante fallas del edificio.

Desventajas: en proyectos acelerados, el propietario puede tener tiempo limitado para tomar decisiones sin afectar el costo; existen menos controles y contrapesos que en el método diseño-licitación-construcción, por lo que el propietario debe confiar en la calidad y ética de la firma.

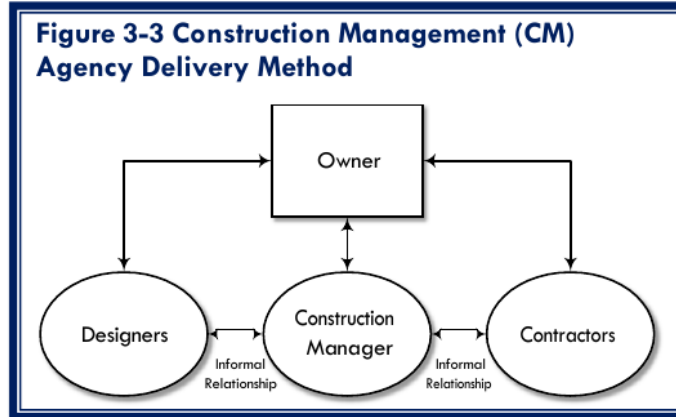
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (CM) COMO AGENCIA

En el método de entrega de gestión de la construcción (CM) como agencia, una agencia independiente actúa como representante del propietario y coordina el trabajo entre los equipos de diseño y construcción. En este método, el propietario contrata directamente con los diseñadores, contratistas y el gerente de construcción (Figura 3-3). La agencia de CM no posee ningún subcontrato y desempeña un rol puramente de consultoría ante el propietario. Por esto, la agencia de CM tiene el menor riesgo de todos los métodos de entrega. En estos proyectos, el propietario puede contratar directamente con múltiples diseñadores, contratistas y subcontratistas. Durante la construcción, el gerente de construcción proporciona la administración de la construcción para el propietario.

Figura 3-3 Método de Entrega de Gestión de la Construcción (CM) como Agencia

COST.

- The owner is responsible for cost overruns.



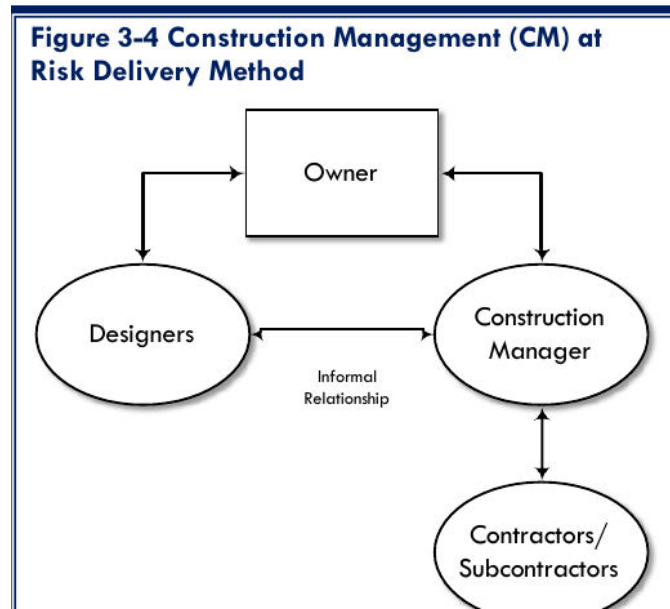
Ventajas: buena comunicación entre el propietario, el diseñador y los equipos de construcción desde el inicio del proyecto; permite ingeniería de valor y revisiones de constructibilidad durante la preconstrucción; permite al propietario tener control directo de múltiples contratos y evitar una comisión de administración intermediaria; permite incorporar más fácilmente cambios en el trabajo.

Desventajas: la selección y participación temprana del contratista puede aumentar el costo en comparación con proyectos diseño-licitación-construcción licitados competitivamente; en proyectos acelerados, el propietario puede tener tiempo limitado para tomar decisiones sin afectar el costo; el propietario es responsable de los sobrecostos.

GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (CM) EN RIESGO

En el método de entrega de gestión de la construcción (CM) en riesgo, el contratista actúa como representante del propietario y coordina el trabajo entre los equipos de diseño y construcción, de manera similar a la agencia de CM. En este método, el propietario contrata directamente con los diseñadores y el gerente de construcción (Figura 3-4). Sin embargo, con este método de entrega, el CM en riesgo es responsable del trabajo y contrata directamente con el contratista/subcontratistas. El método de entrega de CM en riesgo es un contrato de costo más honorarios, por lo que el propietario paga el costo del trabajo más los honorarios del CM. Sin embargo, el CM proporciona un tope sobre cuánto podría pagar el propietario por el trabajo, lo cual se conoce como precio máximo garantizado, o GMP. Los costos incurridos en la obra que excedan el GMP son pagados por el CM. El GMP es la razón por la cual el CM está “en riesgo”.

Figura 3-4 Método de Entrega de Gestión de la Construcción (CM) en Riesgo



Ventajas para los contratistas: buena comunicación entre propietario, diseñador y equipos de construcción desde el inicio del proyecto; permite un cronograma de diseño y construcción acelerado; permite ingeniería de valor y revisiones de constructibilidad durante la preconstrucción; permite incorporar más fácilmente cambios en el trabajo.

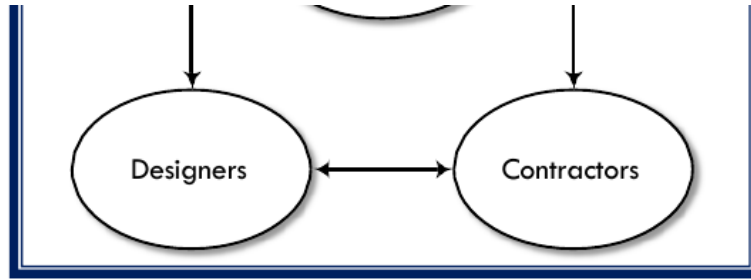
Desventajas: la selección y participación temprana del contratista puede aumentar el costo en comparación con proyectos diseño-licitación-construcción licitados competitivamente; en proyectos acelerados, el propietario puede tener tiempo limitado para tomar decisiones sin afectar el costo.

ENTREGA INTEGRADA DE PROYECTOS (IPD)

El método de entrega integrada de proyectos (IPD) es el más recientemente desarrollado de los métodos de entrega aquí analizados. Con este método, un contrato colaborativo multipartito alinea las metas de cada una de las partes principales con el éxito del proyecto (Figura 3-5). Típicamente, el contrato proporciona un fondo de recompensa financiera que se comparte equitativamente entre todas las partes. Cuanto más exitoso sea el proyecto, mayor será la parte del fondo de recompensa que se comparte entre todas las partes. Por el contrario, si el proyecto no tiene éxito, el fondo financiero no se compartiría, sino que se usaría para mejorar el proyecto. Este método de entrega de riesgo/recompensa compartido busca promover la colaboración y fomentar la toma de decisiones enfocada en el proyecto. En los proyectos IPD, todas las partes principales, incluyendo los subcontratistas, se seleccionan y participan desde el inicio del proyecto, lo que intensifica el diseño y permite la toma de decisiones colaborativa. Un proyecto IPD exitoso reducirá el riesgo individual, aumentará la eficiencia del proyecto, reducirá el desperdicio y maximizará el valor para el propietario.

Para más información, consulte a Levy en la lista de referencias.

Figura 3-5 Método de Entrega Integrada de Proyectos (IPD)



44

Ventajas: buena comunicación entre propietario, diseñador y equipos de construcción desde el inicio del proyecto; mejora la colaboración y alinea las metas de todas las partes con el éxito del proyecto, creando un entorno de diseño/construcción en el que todos ganan; licitación y órdenes de cambio de libro abierto (open-book), lo cual reduce el riesgo de sobrecostos; menos reclamaciones y disputas, lo que reduce los costos por menor responsabilidad legal; un proceso de diseño y construcción más eficiente; precios negociados en lugar de licitados.

Desventajas: típicamente requiere un mayor nivel de participación del propietario; es un método de entrega más nuevo y menos probado; existe poca o ninguna jurisprudencia en caso de disputas; mayor riesgo asociado con la construcción para el propietario y el diseñador, y mayor riesgo asociado con un diseño deficiente para el contratista; poca experiencia con este método de entrega entre la mayoría de los actores principales; dificultad para cambiar la mentalidad de servirse a sí mismo hacia compartir el riesgo comunitario.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – MÉTODOS DE ENTREGA DE CONTRATOS

4. ¿En qué método de entrega el administrador de la construcción actúa más como un consultor? A. suma global B. CM como agencia C. CM en riesgo D. entrega integrada de proyectos
5. ¿Cuál afirmación es verdadera sobre el método de entrega diseño-construcción, desde la perspectiva del propietario? A. El diseño está completo cuando se contrata al contratista. B. La aceleración (fast tracking) es difícil con este método de entrega. C. Existe una única fuente de responsabilidad ante fallas de los sistemas del edificio. D. Las firmas de diseño-construcción raramente son empresas conjuntas temporales.
6. ¿Qué método de entrega tiene el mayor riesgo para el contratista? A. diseño-licitación-construcción B. diseño-construcción C. CM en riesgo D. entrega integrada de proyectos
7. ¿Cuál de las siguientes es una diferencia importante entre una agencia de CM y un CM en riesgo? A. gestiona la construcción en representación del propietario B. tiene un contrato con el diseñador C. proporciona un precio de suma global por los servicios de construcción D. limita los costos de construcción que el propietario debe pagar

ENTIDADES EMPRESARIALES

EMPRESA UNIPERSONAL (SOLE PROPRIETORSHIP)

Las empresas unipersonales son compañías propiedad de, operadas y administradas por una sola persona. La compañía puede tener cualquier número de empleados, pero solo un propietario, el dueño único. Este tipo de entidad empresarial es la forma más simple de propiedad, y puede iniciarse y terminarse sin documentación formal. Las empresas unipersonales se gravan a nivel individual con base en los ingresos personales. La desventaja de una empresa unipersonal es que el propietario de la compañía es personalmente responsable de todas las pérdidas. Cualquier deuda que exceda los activos de la compañía debe pagarse con fondos privados del propietario.

Para más información, consulte a Halpin & Senior y a Gould & Joyce en la lista de referencias.

SOCIEDADES (PARTNERSHIPS)

Una sociedad es una entidad empresarial propiedad de dos o más personas. La cantidad de participación que cada socio tiene dentro de la compañía se determina mediante un acuerdo legal. La forma en que se establece el acuerdo legal varía según la sociedad y puede basarse en la cantidad o porcentaje de dinero, activos tangibles y/o habilidades que cada socio aportó a la compañía. El acuerdo legal describe cómo puede terminarse la sociedad. Si un socio muere, la sociedad se termina legalmente, a menos que se hayan incluido términos previos para tal evento en el acuerdo legal.

De manera similar a las empresas unipersonales, las sociedades se gravan a nivel individual con base en los ingresos personales y pueden tener cualquier número de empleados, y los propietarios de la compañía son personalmente responsables de cualquier pérdida. La cantidad de responsabilidad que tiene cada socio individual se basa en el porcentaje y tipo de propiedad.

Para más información, consulte a Halpin & Senior y a Gould & Joyce en la lista de referencias.

CORPORACIONES

Las corporaciones son entidades empresariales legales independientes. Para formar una corporación, una compañía debe presentar documentación y pagar tarifas al estado en el que la compañía hará negocios. Una vez constituida, la compañía debe celebrar reuniones formales para todas las decisiones importantes relacionadas con los asuntos de la compañía. Los propietarios individuales de una corporación se denominan accionistas. El porcentaje de propiedad de las corporaciones se determina por la cantidad de acciones que posee un accionista. El número de acciones que posee un accionista también refleja la cantidad de poder de voto que esa persona tiene dentro de la compañía. Cuanto mayor sea el porcentaje de acciones, mayor será el poder de voto del accionista.

A diferencia de las empresas unipersonales y las sociedades, los accionistas de una corporación no son personalmente responsables de las pérdidas de la compañía. Solo los activos que pertenecen a la corporación pueden usarse en acuerdos de pago. Sin embargo, el “escudo corporativo” puede perforarse en casos de negligencia extrema o actividad ilegal. Además, si un accionista individual muere, la compañía no se termina, y las acciones pasan a los herederos del accionista fallecido. Una desventaja de las corporaciones es que las utilidades se gravan dos veces: una vez a nivel corporativo y otra vez cuando se distribuyen como dividendos a nivel individual. Las grandes corporaciones con muchos accionistas también pueden enfrentar desafíos al tomar decisiones que deben ser aprobadas por todos los accionistas, ya que a menudo cuanto mayor es el número de accionistas, más lento es el proceso.

Para más información, consulte a Halpin & Senior y a Gould & Joyce en la lista de referencias.

SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA (LLC)

Las sociedades de responsabilidad limitada (LLC) son un tipo híbrido de empresa, similar a una corporación en que los propietarios individuales tienen responsabilidad limitada, y similar a las empresas unipersonales y sociedades en cuanto a beneficios fiscales y operativos. Los propietarios individuales de una LLC se llaman miembros. Una LLC puede tener uno o más miembros. Para formar una LLC, los miembros deben presentar un documento llamado artículos de organización ante el estado en el que harán negocios y pagar las tarifas asociadas. Las LLC se gravan solo una vez, a nivel individual.

EMPRESAS CONJUNTAS (JOINT VENTURES)

Una empresa conjunta es un acuerdo entre dos o más personas o compañías formado para completar una sola iniciativa empresarial. Las empresas conjuntas pueden ser una nueva entidad empresarial o un acuerdo colaborativo. Al asociarse en una empresa conjunta, las partes combinan fortalezas y comparten activos, ingresos, gastos y riesgos.

En la industria de la construcción, las empresas conjuntas suelen ser arreglos temporales. Un pequeño contratista local puede asociarse con una gran firma nacional en un proyecto particular. Las relaciones locales de la compañía más pequeña, junto con la fortaleza financiera de la compañía más grande, pueden mejorar las posibilidades de ambas compañías de ganar un proyecto. Las firmas de diseño-construcción a menudo son empresas conjuntas entre diseñadores y contratistas.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – ENTIDADES EMPRESARIALES

8. ¿Bajo qué estructura legal se pagan menos impuestos totales por los bienes y servicios que la compañía provee? A. empresa unipersonal B. federalista C. corporación D. empresa conjunta
9. En la industria de la construcción, ¿qué entidad legal suele ser un arreglo temporal? A. empresa unipersonal B. sociedad C. sociedad de responsabilidad limitada D. empresa conjunta
10. ¿Cuál es una ventaja de formar una corporación? A. Los accionistas tienen responsabilidad personal reducida. B. El valor de la corporación no puede disminuir respecto a su precio de compra inicial. C. Se pagan menos impuestos que en una sociedad de responsabilidad limitada. D. Es posible una toma de decisiones rápida, especialmente en grandes compañías.

CONTABILIDAD Y RAZONES FINANCIERAS

PRINCIPIOS CONTABLES

La demanda de construcción está influenciada por una variedad de factores, incluyendo las economías nacional, regional y local; las políticas gubernamentales; las tendencias sociales y demográficas; la tecnología; y las necesidades y expectativas cambiantes de los clientes.

Generalmente, el ingreso se reconoce en el mismo periodo en que se incurren los gastos. Existen dos métodos principales para reconocer el ingreso:

- *Método del contrato completado*: todos los ingresos, gastos, utilidades y/o pérdidas se reconocen en el periodo fiscal en que el proyecto se completa.
- *Porcentaje de avance (método de devengo)*: todos los ingresos, gastos, utilidades y/o pérdidas se basan en la medición/estimación del avance completado.

Debido a que la mayoría de los proyectos se construyen a lo largo de más de un periodo fiscal, el método de porcentaje de avance se utiliza con mayor frecuencia en la mayoría de las empresas de construcción comercial.

INFORMES Y RAZONES FINANCIERAS

Balance General

El balance general indica la posición financiera de una compañía en un momento determinado. Incorpora el estado de resultados e indica los recursos que la compañía posee y/o las limitaciones en sus operaciones futuras. Un balance general comprende tres partes:

- **Activos:** incluyen activos circulantes, como efectivo, cuentas por cobrar, inventario, costos en exceso, y gastos prepagados; activos fijos, como edificios y equipo; y otros activos, como inversiones y crédito mercantil.
- **Pasivos:** incluyen pasivos circulantes, como cuentas por pagar, documentos por pagar, facturación en exceso, pagos acumulados y la porción circulante de la deuda a largo plazo; y pasivos a largo plazo, como la deuda a largo plazo.
- **Capital del propietario (patrimonio neto):** incluye el capital pagado y las utilidades retenidas.

Activos Totales = Pasivos Totales + Patrimonio Neto

Estado de Resultados

El estado de resultados indica los resultados de las operaciones financieras de una compañía durante un periodo de tiempo. Es fundamental para comprender las operaciones actuales de una compañía, estimar operaciones futuras e indicar la rentabilidad. Los principales componentes de un estado de resultados son los siguientes:

- **Ventas netas (ingresos):** cuánto ingreso ha generado la compañía durante un periodo específico de tiempo.
- **Costos directos:** todos los costos directamente atribuibles a la ejecución del trabajo, como mano de obra del proyecto, material, subcontrato y costo de equipo.
- **Utilidad bruta:** Ingresos – Costos Directos.
- **Costos indirectos:** todos los costos no directamente atribuibles a la ejecución del trabajo, como gastos generales, administrativos y de oficina central.
- **Utilidad neta:** Utilidad Bruta – Costos Indirectos.

Estado de Flujo de Efectivo

El estado de flujo de efectivo indica el efectivo generado y utilizado durante un periodo específico de tiempo, así como la liquidez de la empresa.

Razón Circulante (Current Ratio)

La razón circulante indica la capacidad de una compañía para cubrir sus obligaciones circulantes con sus activos circulantes.

Razón Circulante = Activos Circulantes ÷ Pasivos Circulantes

Razón Rápida (Quick Ratio)

La razón rápida es similar a la razón circulante, pero utiliza activos circulantes de mayor liquidez.

Razón Rápida = (Efectivo y Equivalentes + Cuentas por Cobrar) ÷ Pasivos Circulantes

Días por Cobrar

Los días por cobrar indican el número promedio de días que una compañía tarda en recibir el pago.

$$\text{Días por Cobrar} = 365 \div (\text{Ingresos} \div \text{Cuentas por Cobrar Comerciales})$$

Días por Pagar

Los días por pagar indican el número promedio de días que una compañía tarda en realizar sus pagos.

$$\text{Días por Pagar} = 365 \div (\text{Costo Directo} \div \text{Cuentas por Pagar})$$

Capital de Trabajo

El capital de trabajo mide los fondos disponibles para invertir en operaciones con el fin de generar ingresos y utilidades futuras.

$$\text{Capital de Trabajo} = \text{Activos Circulantes} - \text{Pasivos Circulantes}$$

Razón Fijo/Patrimonio (Fixed/Worth)

Esta razón mide la proporción en que el patrimonio del propietario está invertido en activos fijos.

$$\text{Fijo/Patrimonio} = \text{Activos Fijos Netos} \div \text{Patrimonio Neto Tangible}$$

Razón Deuda/Patrimonio (Debt/Worth)

Es la razón entre el capital aportado por los acreedores y el capital aportado por los propietarios.

$$\text{Deuda/Patrimonio} = \text{Pasivos Totales} \div \text{Patrimonio Neto Tangible}$$

Retorno sobre la Inversión (ROI)

El ROI mide la efectividad y la tasa de retorno sobre el capital invertido.

$$\text{ROI} = (\text{Utilidad Neta antes de Impuestos} \div \text{Patrimonio Neto Tangible}) \times 100$$

Retorno sobre Activos (ROA)

El ROA mide la efectividad del uso de los activos.

$$\text{ROA} = (\text{Utilidad Neta antes de Impuestos} \div \text{Activos Totales}) \times 100$$

PREGUNTAS DE ESTUDIO – CONTABILIDAD Y RAZONES FINANCIERAS

11. Una compañía tiene \$10,000 en efectivo, \$20,000 en equipo y \$20,000 en cuentas por pagar. La tasa de impuesto es del 13 %. ¿Cuál es la razón circulante? A. 0.5 B. 0.67 C. 1.3 D. 1.5
12. ¿Cuál es el retorno sobre activos, asumiendo una utilidad neta antes de impuestos de \$15,000 y \$30,000 en activos totales? A. 0.5 % B. 2 % C. 50 % D. 200 %
13. Una compañía tiene \$50,000 en equipo, \$20,000 en efectivo y \$30,000 en cuentas por pagar. ¿Cuánto capital de trabajo tiene? A. (\$10,000) B. \$10,000 C. \$20,000 D. \$40,000

SISTEMAS DE GESTIÓN

CONTROLES DEL PROYECTO

Los controles del proyecto generalmente se definen como la recopilación de datos, su organización para que puedan analizarse, y su análisis para proporcionar información útil que luego se utiliza en beneficio del proyecto. Una forma efectiva de comunicar grandes cantidades de datos es a través de gráficos; en la industria se utilizan varios tipos de gráficos para presentar datos y tendencias de manera efectiva.

Histograma

Un histograma es un gráfico utilizado para mostrar la frecuencia relativa de una observación. El ancho de la barra es proporcional al tamaño de la categoría o intervalo, y la altura de la barra corresponde a la distribución de las observaciones. Los histogramas se usan a menudo para rastrear diferencias en la frecuencia y magnitud de datos agrupados (Figura 3-6).

Figura 3-6 Ejemplo de un Histograma

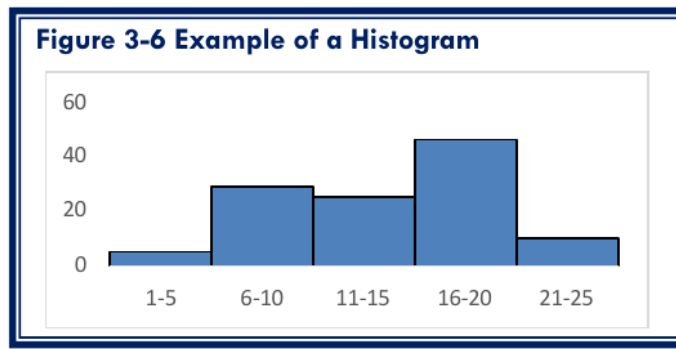


Gráfico de Barras

Un gráfico de barras utiliza barras rectangulares sobre una categoría para mostrar la magnitud o frecuencia de datos agrupados. Estos gráficos se usan mejor para comparar diferencias entre datos agrupados (Figura 3-7).

Figura 3-7 Ejemplo de un Gráfico de Barras

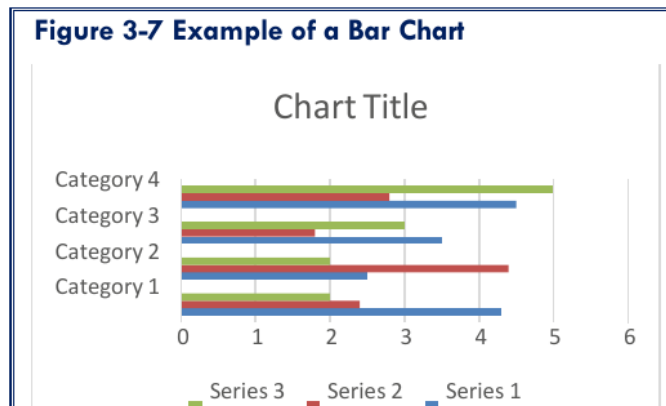


Gráfico Circular (de Pastel)

Un gráfico circular es una gráfica en la que las secciones o porciones representan una parte del total. El área de la sección es proporcional a la frecuencia o magnitud de los datos representados. El área

completa del gráfico incluye todos los datos del conjunto. Estos gráficos se usan mejor al comparar partes de un todo (Figura 3-8).

Figura 3-8 Ejemplo de un Gráfico Circular

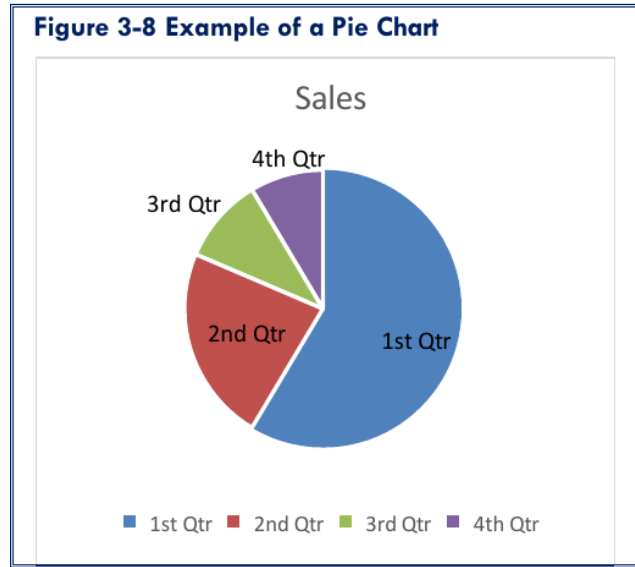
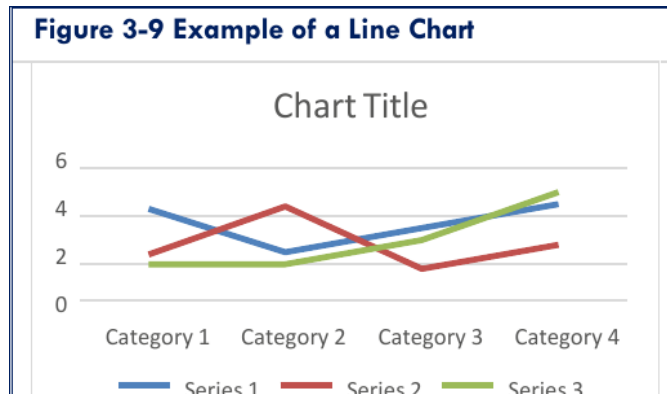


Gráfico de Líneas

Un gráfico de líneas muestra puntos de datos en una gráfica, en la intersección de los descriptores de datos mostrados en el eje x y el eje y. Los puntos se conectan mediante líneas para representar tendencias en los datos. Se utilizan comúnmente para rastrear tendencias en los datos (Figura 3-9).

Figura 3-9 Ejemplo de un Gráfico de Líneas



CONCEPTOS Y TECNOLOGÍA ACTUALES

Modelado de Información de la Construcción (BIM)

El modelado de información de la construcción es el proceso de utilizar software de cómputo para recopilar y gestionar información de los componentes del edificio en un entorno virtual. Los contratistas a menudo usan BIM para construir un proyecto en el mundo virtual antes de construirlo en el mundo real, de modo que los conflictos puedan identificarse temprano y resolverse a bajo costo. Los gerentes de instalaciones usan el software BIM como una forma de gestionar y mantener sus instalaciones.

Construcción Esbelta (Lean Construction)

La construcción esbelta es un sistema de gestión derivado del Sistema de Producción Toyota (TPS). Los principios esbeltos se popularizaron gracias a Jeffrey Liker en su libro *The Toyota Way*. En este libro, identificó 14 principios que hicieron exitosa y única a Toyota frente a sus competidores. El sistema se centra en proporcionar valor al propietario eliminando el desperdicio dentro del sistema de producción. Los 14 principios, que incluyen nivelar el flujo de trabajo, usar únicamente tecnología comprobada, y la mejora continua, respaldan todos el objetivo de eliminar el desperdicio.

Para más información, consulte a Gould & Joyce en la lista de referencias.

ISO 9000

La Organización Internacional de Normalización produjo la norma ISO 9000 en 1987. Es una familia de normas que proporciona conceptos de gestión y directrices, principalmente para las industrias de manufactura y servicios. Se enfoca en la calidad para garantizar que las compañías satisfagan las necesidades de sus clientes.

Para más información, consulte a Gould & Joyce en la lista de referencias.

Seis Sigma (Six Sigma)

Seis Sigma es una herramienta de gestión desarrollada por Motorola en 1988 e incorporada a la estrategia operativa de General Electric a mediados de la década de 1990. El concepto central detrás de Seis Sigma es que, si los defectos de un producto se cuantifican, pueden eliminarse sistemáticamente. La meta es una línea de productos con cero defectos.

Gestión de Calidad Total (TQM)

La Gestión de Calidad Total es un sistema de gestión que se popularizó ampliamente a finales de la década de 1980 como una forma de crear un entorno en el que las compañías pudieran ofrecer productos y servicios de mayor calidad a sus clientes. El núcleo del sistema es enfocarse en la mejora de la calidad como un medio para aumentar el negocio y la participación de mercado.

Para más información, consulte a Gould & Joyce en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – SISTEMAS DE GESTIÓN

14. ¿Qué gráfico sería más apropiado para mostrar el porcentaje de violaciones de seguridad de protección contra caídas en comparación con todas las violaciones de seguridad? A. histograma B. gráfico de barras C. gráfico circular D. gráfico de líneas
15. ¿Cuál de los siguientes es un sistema de gestión utilizado para mejorar la satisfacción del cliente? A. TQM B. Seis Sigma C. Lean D. Todas las anteriores
16. ¿Qué sistema de gestión se desarrolló con base en el Sistema de Producción de Toyota? A. TQM B. Seis Sigma C. Lean D. ISO 9000

ÉTICA EMPRESARIAL

CÓDIGO DE ÉTICA DEL AIC PARA CONSTRUCTORES

La profesión de la construcción se basa en un sistema de competencia ética, excelencia en la gestión y trato justo al emprender obras complejas para servir al público con seguridad, eficiencia y economía. Los miembros del American Institute of Constructors se comprometen con los siguientes estándares de conducta profesional:

- Un constructor deberá tener plena consideración por el interés público al cumplir con sus responsabilidades ante el empleador o cliente.
- Un constructor no participará en ninguna práctica engañosa, ni en ninguna práctica que cree una ventaja injusta para el constructor o para otra persona.
- Un constructor no dañará ni intentará dañar, de forma maliciosa o imprudente, directa o indirectamente, la reputación profesional de otros.
- Un constructor garantizará que, al prestar un servicio que incluya asesoría, dicha asesoría sea justa e imparcial.
- Un constructor no divulgará a ninguna persona, firma o compañía información de naturaleza confidencial obtenida durante el curso de sus actividades profesionales.
- Un constructor llevará a cabo sus responsabilidades de acuerdo con la práctica profesional vigente, en la medida en que esté dentro de su poder.
- Un constructor se mantendrá informado sobre nuevas ideas y desarrollos en el proceso de construcción apropiados para el tipo y nivel de sus responsabilidades, y apoyará la investigación y los procesos educativos asociados con la profesión de la construcción.

Para más información, consulte el blog “Mr. Ethics” en el sitio web del AIC:

<http://www.professionalconstructor.org/>

PREGUNTAS DE ESTUDIO – ÉTICA EMPRESARIAL

17. ¿Cuál de las siguientes debe proporcionar un profesional de la construcción al prestar servicios a sus clientes, según el código de ética del AIC?
- A. ética ajustable según las preferencias del cliente
 B. excelencia en la gestión
 C. estándares mínimos de la industria
 D. transparencia completa con todos en cada tarea

RESPUESTAS – CAPÍTULO 3

Tipos de contrato: 1. D 2. A 3. B

Métodos de entrega de contratos: 1. B 2. C 3. B 4. D

Entidades empresariales: 1. A 2. D 3. A

Contabilidad y razones financieras: 1. A ($\$10,000/\$20,000 = 0.5$) 2. C ($\$15,000/\$30,000 \times 100 = 50\%$)
 3. A ($\$20,000 - \$30,000 = (\$10,000)$)

Sistemas de gestión: 1. C 2. D 3. C

Ética empresarial: 1. B

CAPÍTULO 4

MATERIALES, MÉTODOS, Y MODELADO Y VISUALIZACIÓN DE PROYECTOS



Contenido del capítulo: Equipo de Construcción (52) · Especificaciones (61) · Planos de Construcción (63)

CAPÍTULO 4 ► MATERIALES, MÉTODOS, Y MODELADO Y VISUALIZACIÓN DE PROYECTOS

EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

EQUIPO DE HINCADO DE PILOTES

El equipo de hincado de pilotes varía según el método de instalación y el tipo de pilote a instalar. Los pilotes pueden ser de acero, concreto o materiales compuestos, y comúnmente se hincan, se inyectan con agua o aire, se perforan y se rellenan, o se vibran hasta su posición. El equipo de hincado de pilotes puede ser equipo independiente especializado, o puede montarse en, o usarse junto con, otras piezas de equipo, como una grúa o una excavadora.

Martinetes (Pile Drivers)

Los pilotes de acero y de concreto precolado se instalan comúnmente con martinetes. Un martinete es una pieza de equipo mecánico que hincan un pilote en el terreno golpeando la cabeza del pilote. A continuación se describen tres tipos comunes de martinetes:

- Martinete de caída libre (drop hammer): el tipo más simple de martinete. Consiste en un peso pesado que se eleva mediante un cable a lo largo de una guía y luego se deja caer libremente sobre la cabeza del pilote.
- Martinete mecánico (mechanical hammer): utiliza un pistón y martillo accionados mecánicamente para hincar el pilote en el terreno. El pistón puede ser impulsado por combustión interna, vapor, aire comprimido o sistemas hidráulicos.
- Martinete vibratorio (vibratory hammer): vibra rápidamente la cabeza del pilote en ciclos hacia arriba y abajo mientras aplica presión descendente, lo que provoca que el suelo y el pilote se expandan y contraigan, aliviando la fricción e impulsando el pilote hacia abajo. Es típicamente el tipo de martinete más rápido; sin embargo, la vibración de este equipo puede perturbar los suelos adyacentes, especialmente los de excavaciones abiertas cercanas.

Equipo de Inyección de Pilotes (Pile Jetting)

La inyección de pilotes utiliza tuberías para suministrar chorros concentrados de agua o aire que afloja el suelo directamente debajo del pilote, aliviando la fricción e impulsando el pilote hacia abajo. Este equipo puede usarse junto con otro equipo de hincado o de forma independiente, y puede usarse para instalar la mayoría de los pilotes de madera, acero o concreto precolado.

Perforadoras de Pilotes (Pile Drillers)

Los pilotes de concreto colado en el sitio a menudo se perforan utilizando perforadoras de pilotes. Estas utilizan una gran barrena de acero para perforar un hoyo en el terreno, que luego puede rellanarse con concreto. También se puede colocar una camisa de acero o compuesta mediante perforadoras de tubería para suelos incapaces de mantener el hoyo perforado sin colapsar, o donde exista alto riesgo de que el suelo contamine el concreto.

Para más información, consulte a Andres, Andres, Smith, & Woods en la lista de referencias.

TABLAESTACAS, ATAGUÍAS Y ANCLAJES (TIEBACKS)

Las tablaestacas, ataguías y anclajes se utilizan comúnmente en la construcción para estabilizar los lados de excavaciones abiertas y áreas de trabajo.

Tablaestacas (Sheet Pilings)

A diferencia de las cimentaciones de pilotes, que están destinadas a cargas verticales, las tablaestacas están diseñadas para estabilizar los lados de excavaciones abiertas resistiendo la presión lateral del suelo y el agua. Las tablaestacas se utilizan típicamente en un sistema o serie de pilotes interconectados. Las tablaestacas se entrelazan entre sí a lo largo de sus juntas verticales y se instalan de manera similar a otros pilotes, a menudo con un martinete. La profundidad y longitud de la tablaestaca se determinan según la cantidad de presión que debe resistirse. Las tablaestacas pueden instalarse temporalmente o diseñarse para permanecer en su lugar de forma permanente.

Ataguías (Cofferdams)

Las ataguías son recintos temporales utilizados principalmente para contener el agua en actividades que requieren un área de trabajo seca. Comúnmente utilizadas en la construcción de puentes, las ataguías pueden ser grandes o pequeñas y construirse de diversas formas. Los terraplenes de tierra son el método más simple de construir una ataguía, pero a menudo su uso es limitado debido al área extensa requerida y la susceptibilidad al deterioro causado por el movimiento del agua. Las ataguías se construyen más comúnmente usando tablaestacas con apuntalamiento estructural, o una combinación de terraplenes de tierra con tablaestacas.

Las ataguías de tablaestacas se construyen hincando tablaestacas a través del agua o lodo hasta llegar a suelo estable, formando una estructura hermética, similar a una caja o circular. Una vez que las tablaestacas están en su lugar, se apuntalan estructuralmente y se bombea el agua hacia afuera. Si es necesario, se puede colocar piedra y/o concreto en el fondo para proporcionar soporte lateral adicional y/o una superficie de trabajo firme.

Anclajes (Tiebacks)

Un sistema de apuntalamiento con anclajes (tieback) es un sistema de apuntalamiento externo que utiliza varillas o cables metálicos anclados en roca o suelo fuera de una excavación para soportar el frente de la misma. La principal ventaja de los sistemas de anclaje es que proporcionan áreas de trabajo libres más amplias dentro de la excavación que los sistemas apuntalados internamente. Los anclajes típicamente se instalan en ángulo y se hincan o perforan y se ahogan en lechada. Pueden anclar individualmente placas metálicas o tableros de madera, usarse en filas con largueros (wales) y tableros o tablaestacas, o usarse para proporcionar soporte a otros sistemas de protección, como tablaestacas y muros de lodo (slurry walls) de concreto. Los sistemas de anclaje se utilizan comúnmente en áreas urbanas donde la excavación para un edificio se extiende hasta el límite de la propiedad.

Equipo de Deshidratación (Dewatering)

La deshidratación es el proceso de remover agua subterránea o superficial para que las actividades de construcción puedan llevarse a cabo. La deshidratación es especialmente importante al excavar, porque el agua puede acumularse en las zanjas, lo cual puede hacer imposible colocar concreto, instalar servicios, o realizar otras actividades. El agua se remueve mediante bombas. Las bombas de desplazamiento positivo crean un vacío internamente y se usan para aplicaciones de bajo volumen. Las bombas centrífugas se usan comúnmente para agua abierta con altas concentraciones de residuos y

basura. Las bombas sumergibles hidráulicas usan sistemas hidráulicos para alimentar las bombas y son ideales cuando la bomba no puede colocarse físicamente cerca de la fuente de agua. Una consideración importante al crear el plan de logística del sitio es dónde se descargará el agua. A menudo, el agua contendrá limos, arcillas y otros contaminantes, lo que requiere que se trate antes de poder devolverla al manto freático. El tratamiento puede incluir filtros, amortiguadores o estanques de sedimentación temporales. La ubicación del área de filtrado debe incluirse en el plan de logística del sitio. El contratista también debe tener cuidado de no generar erosión excesiva del suelo con el agua de descarga.

EQUIPO DE EXCAVACIÓN

Excavadora (Excavator)

Una excavadora es una pieza de equipo pesado de construcción comúnmente utilizada en la excavación de suelos (sótanos, zapatas, zanjas, fosas, etc.), demolición y manejo de materiales. Las excavadoras pueden montarse sobre orugas o ruedas y generalmente consisten en un chasis inferior, una carrocería, una cabina, un brazo articulado de dos partes (pluma y brazo) y un cucharón. La mayoría de las excavadoras modernas son hidráulicas (Figura 4-1), aunque también pueden operarse por cable. Las excavadoras se fabrican en una gran variedad de tamaños y típicamente tienen cucharones fácilmente intercambiables que pueden cambiarse por una variedad de tamaños de cucharón y accesorios, según las necesidades del proyecto.

Figura 4-1 Excavadora Hidráulica



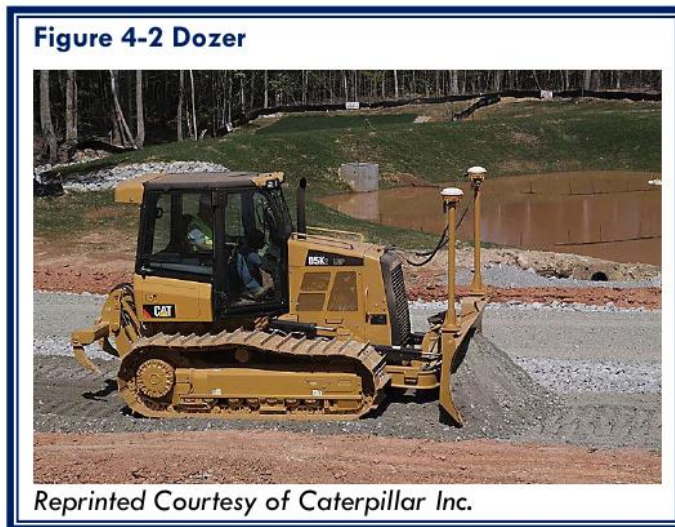
Reimpreso con autorización de Caterpillar Inc.

Tractor Bulldozer (Dozer)

Un bulldozer es una pieza de equipo de construcción tipo tractor equipada con una cuchilla montada en la parte frontal (Figura 4-2). Los bulldozers pueden montarse sobre ruedas, pero más comúnmente se montan sobre orugas, y se usan comúnmente para limpiar y nivelar un sitio de obra, así como para empujar/esparcir grandes cantidades de materiales.

Figura 4-2 Bulldozer

clearing and leveling of a job site and in pushing/spreading large quantities of materials.



Reimpreso con autorización de Caterpillar Inc.

Motoniveladora (Grader)

Una motoniveladora es una pieza de equipo sobre ruedas con una cuchilla angulada montada en el centro (Figura 4-3). Las motoniveladoras se usan principalmente para terminar la nivelación final del terreno.

Figura 4-3 Motoniveladora



Reimpreso con autorización de Caterpillar Inc.

Cargador (Loader)

Los cargadores pueden montarse sobre ruedas u orugas y tienen un amplio cucharón montado en el frente que puede elevarse, bajarse y vaciarse. Aunque son capaces de excavar materiales sueltos, los

cargadores se usan más comúnmente para paisajismo, manejo de materiales y carga de materiales acopiados en camiones para su transporte. Existen tres clasificaciones comunes de cargadores: cargadores de dirección deslizante (skid steer), cargadores de ruedas y cargadores de orugas. Debido a su menor tamaño, uso versátil (algunos con accesorios de cucharón intercambiables) y mayor asequibilidad, los cargadores de dirección deslizante son el tipo de cargador más ampliamente utilizado.

Figura 4-4 Cargador de Dirección Deslizante (Skid Steer Loader)



Reimpreso con autorización de Caterpillar Inc.

Mototrailla (Scraper)

Una mototrailla es una pieza de equipo multipropósito diseñada para excavar, cargar, transportar y descargar suelo (Figura 4-5). Típicamente consiste en ruedas grandes y una cuchilla montada en el centro; las mototraillas pueden ser autopropulsadas o remolcadas por otra pieza de equipo. Se usan comúnmente para excavar rápidamente áreas grandes.

Figura 4-5 Mototrailla



Reimpreso con autorización de Caterpillar Inc.

Retroexcavadora (Backhoe)

Una retroexcavadora es una pieza de equipo tipo tractor que consiste en un brazo articulado de dos partes y un cucharón, similar a los de una excavadora pequeña, montado en la parte trasera, y un cucharón de cargador equipado en la parte frontal (Figura 4-6). Las retroexcavadoras son equipo multipropósito y se usan comúnmente en excavaciones de zanjas poco profundas y estrechas, instalación de servicios y manejo de materiales.

Figura 4-6 Retroexcavadora



Reimpreso con autorización de Caterpillar Inc.

Draga de Arrastre y Cuchara de Almeja (Dragline y Clamshell)

Dos usos comunes de las grúas en excavación son las dragas de arrastre y las cucharas de almeja. Una draga de arrastre excava material usando un cable de arrastre para jalar un cucharón hacia la grúa. La profundidad de la excavación con una draga de arrastre se controla ajustando la tensión de un cable de izaje. Una ventaja de la draga de arrastre es que el equipo de excavación (grúa, camiones, etc.) a menudo puede permanecer fuera de la excavación. Por esto, las dragas de arrastre se usan comúnmente en la excavación de zanjas, canales y otras excavaciones que contienen agua.

Un cucharón de almeja (clamshell) es un cucharón articulado utilizado para excavar material verticalmente. Para excavar, un cucharón abierto se deja caer directamente hacia el suelo que se está excavando y luego se cierra acercando las mandíbulas del cucharón entre sí. El material se levanta entonces fuera de la excavación con la grúa y se descarga al reabrir el cucharón. La apertura y cierre del cucharón se opera mediante una línea de cierre controlada por la grúa. Los cucharones de almeja se usan comúnmente en excavaciones por debajo de la superficie del agua, como ataguías después de instalar tablaestacas.

EQUIPO DE COMPACTACIÓN

Los suelos se compactan para aumentar su densidad y resistencia al cortante, y para disminuir la permeabilidad y el asentamiento futuro. En la construcción, la compactación típicamente ocurre

rápida y es realizada por equipo. El método de compactación y el tipo de equipo utilizado dependen en gran medida de la accesibilidad y el tipo de material a compactar.

Apisonadoras (Tampers)

Las apisonadoras son dispositivos operados a mano que compactan material mediante una serie de golpes verticales. Debido a su pequeño tamaño y facilidad de maniobra, las apisonadoras se usan típicamente para la compactación de suelos y agregados en áreas de espacio limitado que no son accesibles con otros tipos de equipo de compactación. A continuación se describen dos tipos de apisonadoras comúnmente utilizadas en la construcción:

- Apisonadora manual: a menudo un simple poste con una placa metálica pesada y plana fijada al extremo (Figura 4-7A), que compacta el material mediante golpes verticales manuales.
- Apisonadora vibrocompactadora (rammer), también conocida comúnmente como “jumping jack”: típicamente una pieza de equipo independiente impulsada por un motor de gasolina (Figura 4-7B) que compacta el material entregando mecánicamente golpes verticales y es autopropulsada, en el sentido de que cada golpe la mueve ligeramente hacia adelante para entrar en contacto con material nuevo.

Figura 4-7 Apisonadoras



Reimpreso con autorización de A) The AMES Companies, Inc., 2015; y B) Northern Tool + Equipment, 2015.

Compactadoras de Placa (Plate Compactors)

Las compactadoras de placa, también comúnmente llamadas apisonadoras de placa, son dispositivos operados a mano o a máquina que consisten en una placa metálica pesada y plana que vibra hacia arriba y abajo para compactar el material. Se usan comúnmente para compactar una amplia variedad de materiales, incluyendo suelos, agregados y asfalto, en áreas pequeñas o estrechas, como patios, banquetas, entradas vehiculares pequeñas y zanjas.

Las compactadoras de placa operadas a mano son compactadoras independientes típicamente impulsadas por motores de gasolina y se parecen a una podadora voluminosa sin ruedas (Figura 4-8A).

Las compactadoras de placa operadas por máquina típicamente se montan en el extremo de otra pieza de equipo, como una excavadora, y comúnmente se alimentan conectándose al sistema hidráulico del equipo anfitrión (Figura 4-8B).

Figura 4-8 Compactadoras de Placa



Reimpreso con autorización de A) Northern Tool + Equipment, 2015; y B) Caterpillar Inc.

Rodillos de Rueda Lisa (Smooth Wheel Rollers)

Los rodillos de rueda lisa compactan el material mediante el uso de rodillos metálicos lisos y pesados, y a menudo se usan para cubrir grandes áreas rápidamente. Los rodillos pequeños suelen ser remolcados por otra pieza de equipo y se usan para proporcionar una superficie de terreno lisa, y los rodillos grandes pueden ser remolcados o autopropulsados, y se usan comúnmente para compactar capas de pavimentación o proporcionar una superficie de terreno lisa.

Los rodillos de rueda lisa autopropulsados pueden tener uno o más rodillos lisos que son empujados/jalados por otras ruedas que forman parte del equipo, o que se usan para propulsar el equipo. Los rodillos de rueda lisa también se combinan comúnmente con otros tipos de rodillos, como los neumáticos y vibratorios. La Figura 4-9 muestra un rodillo vibratorio con un rodillo liso frontal y rodillos neumáticos traseros.

Figura 4-9 Rodillo Vibratorio con Rueda Lisa y Rodillos Neumáticos



Reimpreso con autorización de Caterpillar Inc.

Rodillos Neumáticos (Pneumatic Rollers)

Los rodillos neumáticos compactan el material mediante el uso de lastre, típicamente pesos pesados, colocados sobre varias llantas de hule altamente infladas. Los rodillos neumáticos pueden ser autopropulsados o remolcados por otra pieza de equipo. Pueden combinarse con otros tipos de rodillos y se usan comúnmente para compactar capas de asfalto, materiales arcillosos y limosos, o material granular con pequeñas cantidades de finos.

Rodillos Pata de Cabra (Sheepsfoot Rollers)

Los rodillos pata de cabra compactan el material mediante un tambor metálico pesado con protuberancias o “patas” metálicas (Figura 4-10). Las patas crean una acción de amasado que es más efectiva para compactar suelos de grano fino, como la arcilla, que los rodillos de rueda lisa. Se usan comúnmente para cubrir grandes áreas y pueden ser autopropulsados o remolcados detrás de otra pieza de equipo. De manera similar a los rodillos de rueda lisa, los rodillos pata de cabra autopropulsados pueden tener una o más ruedas con protuberancias que son empujadas/jaladas o usadas para propulsar el equipo, y pueden combinarse con rodillos vibratorios.

Figura 4-10 Rodillo Pata de Cabra

Figure 4-10 Sheepfoot Roller

Reprinted Courtesy of Caterpillar Inc.

Reimpreso con autorización de Caterpillar Inc.

Rodillos Vibratorios (Vibratory Rollers)

Los rodillos vibratorios compactan el material vibrando un rodillo hacia arriba y abajo mientras se desplaza sobre la superficie del material. Típicamente autopropulsados, los rodillos vibratorios tienen rodillos lisos, neumáticos, pata de cabra, o una combinación de diferentes tipos. Se usan comúnmente para compactar capas de asfalto y materiales granulares, como arenas y gravas limpias.

Para más información, consulte a Allen & Iano en la lista de referencias.

GRÚAS Y EQUIPO DE IZAJE

El manejo de materiales es un componente clave de la eficiencia en el sitio de obra. La selección adecuada del equipo utilizado para mover y levantar materiales alrededor del sitio puede aumentar la rentabilidad del proyecto, la productividad de los trabajadores y la seguridad en el sitio. Existe una amplia variedad de tipos de equipo de izaje utilizados en la construcción. Para simplificar, esta sección destaca algunos de los tipos de equipo de izaje más grandes y ampliamente utilizados, incluyendo grúas, montacargas y plataformas de trabajo aéreas.

Grúas

Las grúas son una pieza de equipo de construcción ampliamente utilizada y versátil. Al seleccionar una grúa para un proyecto, deben considerarse varios aspectos críticos:

- **Actividad:** el tipo de actividad a realizar a menudo limita el tipo de grúa que puede usarse. Las grúas se usan comúnmente para izar, mover y colocar artículos grandes, voluminosos y/o pesados; montaje de acero; colocación de concreto; excavación; e hincado de pilotes.
- **Tipo:** existen dos tipos básicos de grúas usadas en construcción. Las grúas estacionarias se erigen y fijan en un solo lugar del sitio de obra. Típicamente erigidas al inicio del proyecto y no desmontadas hasta que se completan todas las actividades importantes de izaje, las grúas estacionarias son más efectivas en sitios que requieren una gran cantidad de actividades de izaje alrededor de una ubicación central. Uno de los tipos más comunes de grúa estacionaria usada

en construcción es la grúa torre. Las grúas pueden ser bastante grandes y deben identificarse en el plan de logística del sitio. Cómo se erige y se accede a la grúa es una consideración importante. Las grúas torre a menudo se erigen y desmontan en secciones mediante grúas móviles. Pueden apoyarse a nivel del suelo mediante una cimentación de concreto o por el marco estructural del edificio. La cimentación de la grúa puede ser muy grande y debe incluirse en el plan de logística del sitio. El tamaño de la cimentación incluso puede hacer imposible el uso de la grúa si impide la instalación de cimentaciones y servicios críticos del edificio. Las grúas torre mueven cargas mediante un bloque de caída (fall block) y un gancho que pueden elevarse/bajarse y moverse hacia adentro/afuera a lo largo de un brazo horizontal (jib) que rota alrededor de un mástil o torre central. Una de las principales ventajas de una grúa torre es que la cabina está ubicada muy por encima del sitio de obra, dando al operador una vista despejada del sitio. La Figura 4-11 muestra una disposición típica y los componentes comunes de una grúa torre.

Figura 4-11 Diagrama de una Grúa Torre Típica

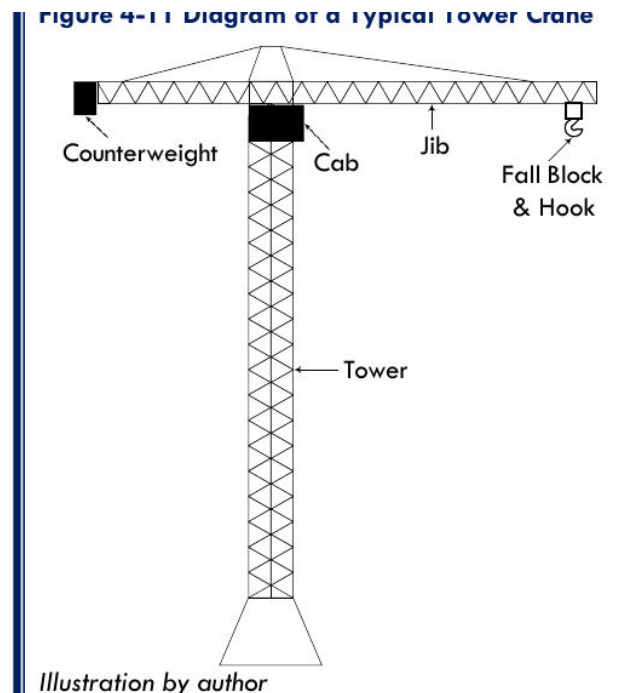


Ilustración del autor.

Las grúas móviles son capaces de moverse de un lugar a otro sin ser desmontadas (aunque algunas se ensamblan en el sitio). Las grúas móviles incluyen muchos tipos diferentes de grúas, incluyendo grúas sobre orugas, grúas montadas en vehículo, grúas aéreas y grúas flotantes, y pueden variar en tamaño y capacidad desde muy grandes hasta relativamente pequeñas. Las grúas móviles típicamente tienen una pluma de tipo celosía/armadura, o una pluma hidráulica telescópica que puede elevarse, bajarse y rotar alrededor de la base de la grúa. Puede añadirse un brazo (jib) fijo o telescópico al extremo de la pluma para mayor radio y despeje de la pluma.

Dos de los tipos más comunes de grúas móviles usadas en construcción son las grúas sobre orugas y las grúas montadas en vehículo. Con cualquier tipo de grúa móvil, debe considerarse el acceso de la grúa. Dónde puede moverse la grúa en el sitio, los límites de su alcance, la ubicación de las líneas eléctricas aéreas, y el acceso a la grúa deben incluirse en el plan de logística del sitio.

La mayoría de las grúas sobre orugas están equipadas con vías de acero que les permiten moverse alrededor del sitio de obra a velocidades lentas. Las grúas sobre orugas son típicamente de gran tamaño y a menudo tienen una pluma de tipo celosía/armadura. Por lo general, requieren ensamblaje en el sitio y a menudo deben desmontarse y transportarse de un sitio a otro. Las grúas sobre orugas son más efectivas en sitios que requieren el uso de la grúa durante un periodo extendido de tiempo, o que tienen requisitos significativos de izaje o múltiples posiciones de grúa.

Las grúas montadas en vehículo tienen llantas de hule y a menudo una cabina adicional que les permite ser conducidas de un sitio de obra a otro. Pueden tener una pluma de tipo celosía/armadura que requiere algo de ensamblaje en el sitio, o una pluma hidráulica telescópica. Las grúas montadas en vehículo son más efectivas en sitios con menores requisitos de izaje y que requieren un uso limitado o no contiguo de la grúa.

- **Capacidad:** es crítica para seleccionar una grúa que pueda levantar y mover de forma segura su carga prevista. La capacidad de una grúa depende de la actividad y el tipo de grúa, la longitud de la pluma y/o brazo de la grúa, el contrapeso de la grúa, el peso de la carga, la distancia de la carga al punto de pivote de la grúa, y la velocidad y dirección en que se mueve la carga. La velocidad del viento, las condiciones del suelo y la posición de la grúa también afectarán su capacidad. En general, cuanto más pesada y más alejada de la grúa esté la carga, menor será la capacidad de la grúa.

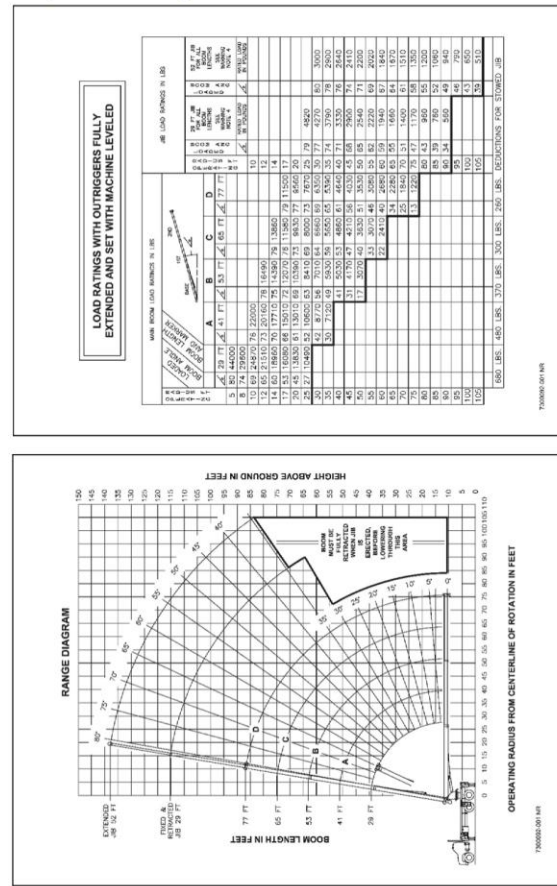
Para determinar de forma segura la capacidad de una grúa, el fabricante proporciona una tabla de clasificación de carga (load-rating chart). Esta tabla a menudo proporciona información general sobre la grúa, como tamaño, peso y configuraciones disponibles, así como información detallada, incluyendo el rango operativo y la capacidad de carga de la grúa. La Figura 4-12 muestra un ejemplo de una tabla de clasificación de carga de una grúa montada en vehículo. En este ejemplo, la grúa tiene una pluma telescópica con varias extensiones denotadas por las letras A–D. Con cada extensión, la tabla proporciona la longitud de la pluma y va de 29 ft a 77 ft (sin incluir el brazo/jib). Para leer la tabla, primero identifique la longitud de la pluma y su ángulo. Usando el diagrama de rango, encuentre la intersección del arco de longitud de pluma y el ángulo de la pluma, y luego siga la línea vertical hacia abajo para determinar el radio operativo. El radio operativo se muestra en el eje x del diagrama. Una vez que se conoce el radio operativo, use la tabla de carga para encontrar la carga máxima en la intersección del radio operativo y la longitud de la pluma.

Para más información, consulte a Andres, Andres, Smith, & Woods en la lista de referencias.

Figura 4-12 Ejemplo de una Tabla de Clasificación de Carga

CHAPTER 4 ► MATERIALS, METHODS, AND PROJECT MODELING AND VISUALIZATION

Figure 4-12 Example of a Load-Rating Chart



Reprinted Courtesy of Manitex, Inc., 2015

CAC EXAM STUDY GUIDE

59

Reimpreso con autorización de Manitex, Inc., 2015.

Montacargas de Personal y Material

Los montacargas de personal y material, a menudo referidos como elevadores temporales o “buck hoists”, son piezas de equipo comunes utilizadas para transportar trabajadores y material verticalmente en un edificio de varios niveles. Estas piezas de equipo generalmente se alquilan de un proveedor y se aseguran al costado del edificio. La construcción de estos montacargas es similar a la de los elevadores comunes, en que tienen una cabina para los trabajadores y el equipo, y contrapesos para compensar la carga. A diferencia de los elevadores, la mayoría de los montacargas temporales no tienen un pozo cerrado, sino que se desplazan a lo largo de un riel o torre asegurado a la estructura del edificio. Según el fabricante, el riel soportará una o dos cabinas. El contratista debe tener mucho cuidado al determinar el número y la ubicación de los montacargas, ya que estos factores pueden afectar significativamente la productividad de las cuadrillas. Esta es una consideración importante al desarrollar el plan de logística del sitio.

Montacargas (Forklifts)

Los montacargas se utilizan en la construcción principalmente para el manejo de materiales en el sitio de obra. A continuación se describen tres tipos comunes de montacargas usados en construcción:

- *Montacargas industriales:* pueden mover y levantar cargas verticalmente. Están equipados con ruedas pequeñas y lisas, y solo pueden usarse en superficies lisas y niveladas. Se usan comúnmente en patios de suministro de materiales.
- *Montacargas de mástil recto para terreno irregular:* pueden mover y levantar cargas verticalmente. Están equipados con llantas más grandes para terreno irregular y pueden usarse sobre terrenos semi-irregulares. Se usan comúnmente para cargar y descargar entregas en un sitio de obra.
- *Montacargas de brazo telescópico para terreno irregular (shooting boom):* pueden mover y levantar cargas tanto vertical como horizontalmente. Tienen un mástil telescópico e inclinable, están equipados con llantas para terreno irregular, y pueden usarse sobre terrenos semi-irregulares. Se usan comúnmente para el manejo de materiales en sitios de obra.

Plataformas de Trabajo Aéreas

Las plataformas de trabajo aéreas se utilizan para crear un área de trabajo elevada para levantar trabajadores, sus herramientas y equipo, y materiales ligeros a instalar. Existe una amplia variedad de plataformas de trabajo aéreas disponibles:

- *Plataformas elevadoras de tijera (scissor lifts):* pueden levantar trabajadores verticalmente. La plataforma de trabajo de una elevadora de tijera se ubica directamente sobre sus ruedas y se eleva y baja mediante un mecanismo de tijera con soporte cruzado. Pueden tener ruedas lisas (elevadora de tijera para piso/slab) o estar equipadas con llantas para terreno irregular, y solo pueden usarse en superficies niveladas. Típicamente son eléctricas y pueden moverse mientras están en uso, maniobrando en espacios reducidos. Se usan comúnmente para la instalación de sistemas MEP en altura.
- *Manlifts:* pueden levantar trabajadores verticalmente a una distancia horizontal del cuerpo principal del equipo y rotar alrededor de él. Existen dos tipos principales: manlifts de pluma recta y manlifts de pluma articulada. Los de pluma recta elevan y bajan a los trabajadores en una canastilla conectada al extremo de una pluma recta, mientras que los de pluma articulada elevan y bajan a los trabajadores en una canastilla conectada al extremo de una pluma con múltiples articulaciones. Los manlifts pueden ser autopropulsados o remolcables. A menudo están equipados con llantas para terreno irregular y se usan en aplicaciones exteriores, pero pueden tener ruedas lisas para aplicaciones interiores. Se usan comúnmente para trabajos en la fachada exterior de edificios y donde el trabajo debe realizarse sobre otros objetos, como paisajismo, mobiliario y equipo.
- *Elevadoras de pluma tipo mástil (mast boom lifts):* pueden levantar trabajadores verticalmente. Elevan y bajan a los trabajadores en una canastilla conectada a un mástil retráctil. Son elevadoras de punto de uso fijo y no pueden moverse mientras están en uso. Las elevadoras de mástil típicamente son más pequeñas que otros tipos de plataformas de trabajo aéreas y se usan comúnmente donde el espacio es limitado y el trabajo puede completarse en una sola ubicación (por ejemplo, cableado de un accesorio eléctrico).

PREGUNTAS DE ESTUDIO – EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

18. ¿Cuál de los siguientes NO es un tipo de pilote instalado mediante hincado? A. ataguías B. pilote de concreto precolado C. pilote de concreto colado en el sitio D. pilote metálico

19. ¿Cuál de los siguientes tipos de equipo es más adecuado para la excavación de un sótano residencial estándar? A. excavadora B. cargador C. mototraílla D. draga de arrastre
20. ¿Cuál de los siguientes tipos de equipo de excavación es más adecuado para remover y acopiar en el sitio 2 ft de suelo de un área de excavación de 1 acre? A. excavadora B. cargador C. mototraílla D. draga de arrastre
21. ¿Cuál de los siguientes tipos de equipo de excavación es más adecuado para la nivelación final de una carretera? A. bulldozer B. motoniveladora C. cargador D. retroexcavadora
22. ¿Cuál de los siguientes tipos de equipo de compactación es más adecuado para compactar la base granular de un estacionamiento grande? A. apisonadora B. compactadora de placa C. rodillo de rueda lisa D. rodillo pata de cabra
23. Un rodillo pata de cabra es más adecuado para la compactación de qué tipo de suelo? A. suelos arcillosos B. grava C. suelos arenosos D. capa superficial del suelo
24. ¿Cuál es una ventaja de una grúa torre? A. Se mueve fácilmente de un lugar a otro en el sitio de obra. B. Su operador tiene una vista despejada del sitio. C. Son comunes varias movilizaciones y desmovilizaciones por proyecto. D. Su tiempo de instalación es rápido.
25. ¿Cuál de los siguientes tipos de plataformas de trabajo aéreas es más adecuado para instalar tubería de rociadores contra incendios dentro de un edificio? A. elevadora de tijera para piso (slab) B. elevadora de tijera para terreno irregular C. manlift de pluma recta D. elevadora de mástil
26. Usando la Figura 4-12, ¿cuál es la carga máxima de una grúa si la pluma está a un ángulo de 40° y extendida 53 ft? A. 4,640 lb B. 5,030 lb C. 13,010 lb D. 80,000 lb

RESPUESTAS – EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN

1. C 2. A 3. C 4. B 5. C 6. A 7. B 8. A 9. B

ESPECIFICACIONES

Las especificaciones constituyen la mayor parte del manual del proyecto y proporcionan descripciones detalladas de los materiales y equipos a instalar en un edificio. Los planos proporcionan la geometría del edificio, y las especificaciones se utilizan para definir la naturaleza de los materiales, los procedimientos y los estándares mínimos de instalación. Ambos son necesarios para conocer la intención de diseño del proyecto.

FORMATO CSI DE 16 DIVISIONES

Las especificaciones típicamente se dividen por divisiones y secciones del CSI (Construction Specifications Institute). Las divisiones del CSI son una disposición estandarizada de actividades y alcances de trabajo en la construcción. Durante muchos años se utilizó un formato de 16 divisiones, el cual se presenta en la Figura 4-13. Las divisiones se desglosan además en secciones. Las secciones son áreas más específicas de alcance dentro de las divisiones. Por ejemplo, la División 02, Construcción del Sitio, incluye secciones específicas para demolición, servicios del sitio, movimiento de tierras y pavimentación. La División 09, Acabados, incluye secciones sobre tablaroca, alfombras, techos acústicos y pintura. La División 15, Mecánica, abarca todos los sistemas mecánicos, incluyendo específicamente

secciones sobre protección contra incendios, plomería y HVAC. Aunque el formato de 16 divisiones todavía se utiliza, está siendo reemplazado gradualmente por el formato más reciente de 50 divisiones.

Figura 4-13 Formato CSI de 16 Divisiones

División 00	Adquisiciones/Requisitos de Contratación
División 01	Requisitos Generales
División 02	Construcción del Sitio
División 03	Concreto
División 04	Mampostería
División 05	Metales
División 06	Madera y Plásticos
División 07	Protección Térmica y de Humedad
División 08	Puertas y Ventanas
División 09	Acabados
División 10	Especialidades
División 11	Equipos
División 12	Mobiliario
División 13	Construcción Especial
División 14	Sistemas de Transporte
División 15	Mecánica
División 16	Eléctrica

FORMATO CSI DE 50 DIVISIONES

En 2004, el formato de 16 divisiones se actualizó a 50 divisiones (Figura 4-14). El CSI realizó este cambio para definir mejor el alcance entre los oficios, especialmente en el trabajo mecánico, eléctrico y civil. El formato de 50 divisiones ha sido ampliamente aceptado por la industria y es el método más común de organización del alcance de la construcción.

Figura 4-14 Formato CSI de 50 Divisiones (resumen por subgrupos)

Subgrupo de Adquisiciones y Requisitos Generales: División 00 – Adquisiciones/Requisitos de Contratación; División 01 – Requisitos Generales.

Subgrupo de Construcción de la Instalación: División 02 – Condiciones Existentes; 03 – Concreto; 04 – Mampostería; 05 – Metales; 06 – Madera, Plásticos y Compuestos; 07 – Protección Térmica y de Humedad; 08 – Aberturas; 09 – Acabados; 10 – Especialidades; 11 – Equipos; 12 – Mobiliario; 13 – Construcción Especial; 14 – Equipos de Transporte; 15–16 – Reservadas para expansión futura.

Subgrupo de Servicios de la Instalación: División 20 – Reservada; 21 – Protección Contra Incendios; 22 – Plomería; 23 – Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado; 24 – Reservada; 25 – Automatización Integrada; 26 – Eléctrica; 27 – Comunicaciones; 28 – Seguridad Electrónica; 29 – Reservada.

Subgrupo del Sitio e Infraestructura: División 30 – Reservada; 31 – Movimiento de Tierras; 32 – Mejoras Exteriores; 33 – Servicios Públicos; 34 – Transporte; 35 – Vías Navegables y Construcción Marina; 36–39 – Reservadas.

Subgrupo de Equipo de Proceso: División 40 – Integración de Procesos; 41 – Procesamiento y Manejo de Materiales; 42 – Calentamiento, Enfriamiento y Secado de Procesos; 43 – Manejo, Purificación y Almacenamiento de Gases y Líquidos de Proceso; 44 – Equipo de Control de Contaminación; 45 – Equipo de Manufactura Específico de la Industria; 46 – Equipo de Agua y Aguas Residuales; 47 – Reservada; 48 – Generación de Energía Eléctrica; 49 – Reservada.

Observe en la Figura 4-14 que muchas secciones están reservadas para expansión futura, lo que da espacio de crecimiento al nuevo formato y hace poco probable que cambie en el futuro. No es necesario memorizar las 50 divisiones; sin embargo, se recomienda encarecidamente conocer las Divisiones 01–14, 21–23, 26 y 31–33, ya que son sistemas muy comunes incluidos en la mayoría de los proyectos de construcción de edificios.

DIFERENCIAS ENTRE LOS FORMATOS CSI

Existen varias diferencias entre los formatos CSI de 16 y 50 divisiones. Sin embargo, para la mayoría de los proyectos de construcción comercial, los cambios más significativos están en las Divisiones 02, 15 y 16. Cada una de estas divisiones fue subdividida. Los oficios de la División 02 bajo el formato de 16 divisiones ahora están en las secciones 02 y 30–39. Los sistemas mecánicos de la División 15 ahora son las secciones 20–23. El sistema eléctrico previamente en la División 16 ahora se distribuye entre las secciones 25–28.

FORMATO DE ESPECIFICACIÓN EN TRES PARTES

Otra contribución del CSI a la industria de la construcción es la introducción del formato de especificación técnica en tres partes. La mayoría de las especificaciones se dividen en tres partes: general, productos y ejecución. El formato estandarizado de tres partes facilita mucho la ubicación de información específica dentro de la especificación técnica de un producto. A continuación se describe cada parte:

- **Parte 1, General:** proporciona una descripción del trabajo, los envíos de aprobación (submittals) requeridos, y cualquier inspección o prueba que el contratista deba realizar.
- **Parte 2, Productos:** proporciona la especificación técnica de todos los materiales o equipos descritos en la sección.
- **Parte 3, Ejecución:** proporciona aclaraciones sobre cómo deben instalarse los materiales y equipos. Se proporcionan los estándares mínimos de mano de obra junto con los procedimientos de instalación aprobados.

En la Figura 4-15 se proporciona un ejemplo de especificación técnica. Observe que corresponde a la sección 03 1513. El 03 indica que pertenece a la División 03, Concreto, porque se refiere a las juntas de impermeabilización (waterstops) instaladas en un muro de concreto. También puede observarse que está dividida en las tres partes descritas anteriormente.

Para más información, consulte a Fisk & Reynolds en la lista de referencias.

Figura 4-15 Ejemplo de una Especificación Técnica

CHAPTER 4 ► MATERIALS, METHODS, AND PROJECT MODELING AND VISUALIZATION

Figure 4-15 Example of a Technical Specification

Clemson University
Freeman Hall Expansion
SC #H12-9891-SG

03 1513-1
WATERSTOPS

SECTION 03 1513
WATERSTOPS

PART 1 GENERAL

1.01 SUMMARY

A. Section Includes: Waterstops for construction and control joints in cast-in-place concrete.

B. Install waterstops of the type specified herein in the following locations, whether or not the drawings indicate the presence of waterstops in such locations:

1. Construction and control joints in footings.
2. Construction and control joints in foundation walls.
3. Construction and control joints in elevator pit slabs and walls.
4. All other construction and control joints that are below grade, other than basement slabs.

C. If other portions of the contract documents indicate PVC or rubber waterstops to be employed in construction and control joints, obtain instructions from the Architect before proceeding.

D. Section Does Not Include: Waterstops for expansion joints.

1.02 SUBMITTALS

A. Product Data.

B. LEED Documentation: Submit information required by Section 01 3531 for the following targeted credit:

1. Credit MR 5: Materials and Resources - Regional Materials.

C. Submit final certification in the form included at the end of this section.

PART 2 PRODUCTS

2.01 SUBSTITUTIONS

A. Refer to Section 01 6000 - Product Requirements.

2.02 WATERSTOPS

A. Adecor ES; W. R. Grace & Co.

B. Henry HF302-Hydro-Flex Waterstop; Henry Company.

C. Volclay Waterstop-RX™; American Colloid Company.

1. RX 101™: 1 inch x 3/4 inch flexible strip of compounded bentonite and butyl material.
 - a. Use in concrete at least 8 inches thick with 2 rows of reinforcement.
2. RX 102™: 3/4 inch x 3/8 inch flexible strip of compounded bentonite and butyl material.
 - a. Use in vertical concrete at least 5 inches thick with 1 row of reinforcement.
 - b. Use in horizontal concrete at least 4 inches thick.

D. Fasteners: Concrete nails with washer heads as recommended by manufacturer.

E. Adhesive: Manufacturer's standard product.

PART 3 EXECUTION

3.01 EXAMINATION

A. Verification of Conditions:

1. Ensure that joint surfaces are dry and clean and free of debris, dirt, and rocks.
2. Correct any voids or projections using concrete repairs methods specified elsewhere.

LAS 10091-00 April 4, 2014
100% Construction Documents

Specification courtesy of Lord Aeck Sargent, Inc. 2015

Especificación cortesía de Lord Aeck Sargent, Inc., 2015.

UNIFORMAT

Una alternativa a las divisiones del CSI es el estándar UniFormat para clasificar componentes y sistemas de edificios. UniFormat fue creado por el AIA y la GSA a principios de la década de 1970, y descompone los diversos componentes en siete categorías que se muestran a continuación. Las siete categorías (A–G) se subdividen en cinco niveles adicionales (1–5). Debido a que este sistema combina diferentes oficios en sistemas comunes de manera más inclusiva que el formato del CSI, tiene algunas ventajas al realizar estimaciones conceptuales, así como en el modelado BIM.

- A. Subestructura
- B. Envoltente (Shell)
- C. Interiores
- D. Servicios
- E. Equipos y Mobiliario
- F. Construcción Especial y Demolición
- G. Obras Exteriores del Edificio

PREGUNTAS DE ESTUDIO – ESPECIFICACIONES

27. ¿En qué división del CSI se encuentra la información sobre acero estructural? A. División 01 B. División 05 C. División 10 D. División 15
28. ¿Qué parte de la especificación técnica del CSI contendría información sobre qué envíos de aprobación (submittals) se requerían? A. Parte 1 B. Parte 2 C. Parte 3 D. Parte 4
29. ¿Qué división del CSI cambió significativamente con el cambio al formato de 50 divisiones en 2004? A. División 01 B. División 05 C. División 10 D. División 15

RESPUESTAS – ESPECIFICACIONES

1. B 2. A 3. D

PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Los planos de construcción, también conocidos como dibujos, planos o “blueprints”, son la representación gráfica de lo que el contratista debe construir. Los planos son solo una parte de los documentos contractuales, pero son la parte más utilizada por el contratista en el día a día. Los planos contienen diferentes vistas, secciones, cuadros (schedules) y notas para describir la intención de diseño de la estructura. Aunque existe una gran consistencia en el estilo y formato de los planos entre diseñadores, cada conjunto de planos es único y tendrá una forma particular de mostrar la intención de diseño. Leer planos es una habilidad y, como cualquier otra habilidad, requiere práctica para dominarla.

VISTAS EN PLANTA

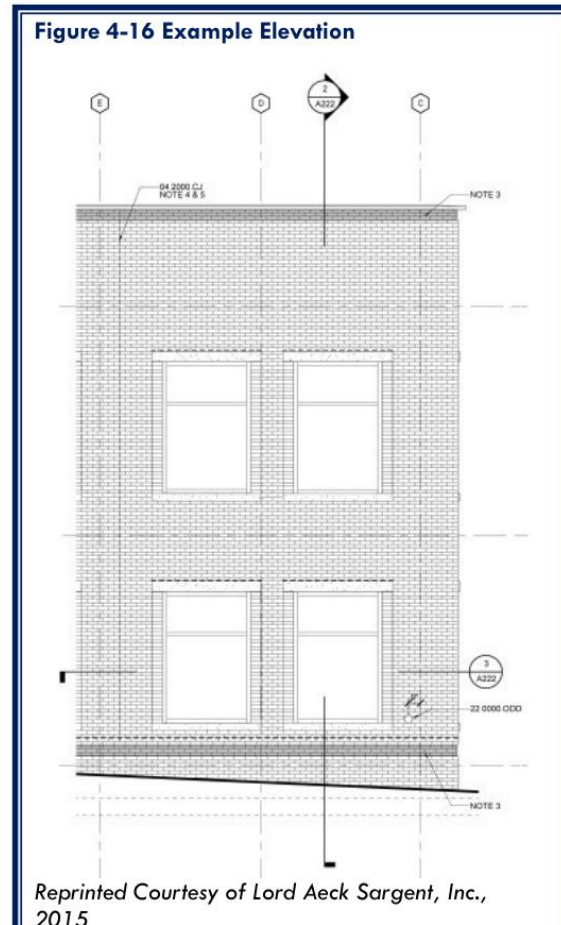
La vista en planta muestra el edificio como si alguien lo estuviera observando desde arriba. Las vistas en planta comúnmente proporcionan las dimensiones generales de la construcción, los tipos de muro, las dimensiones de las habitaciones y las ubicaciones de las secciones. Los planos de sitio, el trazado de zapatas y los planos de seguridad de vida típicamente se presentan en vista de planta. La lámina A101 en el conjunto de planos de muestra proporcionado al final de este capítulo está en vista de planta.

ELEVACIÓN

La vista del edificio, mostrada como si alguien estuviera mirando hacia el horizonte, se denomina elevación. Las elevaciones pueden ser del interior o exterior del edificio. Las elevaciones proporcionan la dimensión de altura, que no se proporciona en la vista en planta. Las ventanas exteriores y los gabinetes comúnmente se muestran como una elevación. Las elevaciones exteriores comúnmente se nombran según su dirección cardinal o su relación con el frente del edificio, como elevación oeste o elevación posterior. La Figura 4-16 a continuación es la elevación norte del conjunto de planos de muestra proporcionado al final de este capítulo.

Figura 4-16 Ejemplo de Elevación

relation to the front of the building, such as west elevation or rear elevation. Figure 4-16 below is the north elevation of the sample set of drawings provided at the end of this chapter.



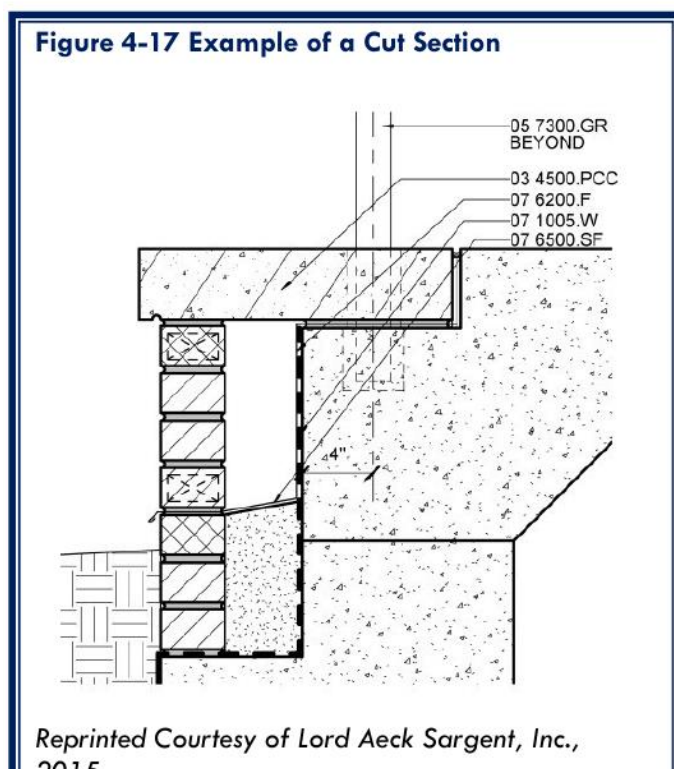
Reimpreso con autorización de Lord Aeck Sargent, Inc., 2015.

SECCIÓN

Una sección es un tipo de vista que se proporciona cuando se corta una parte del edificio para exponer las áreas ocultas. El plano de corte típicamente es vertical respecto al edificio. Los detalles de ventanas y el refuerzo en una zapata comúnmente se muestran en vista de sección. La ubicación del plano de corte siempre debe proporcionarse al lector, ya sea en la planta, en las elevaciones, o en otras secciones. La ubicación de los cortes de sección se proporciona en la lámina A101 del conjunto de planos de muestra al final de este capítulo. Véase la Figura 4-17 para un ejemplo de un corte de sección. Observe también que se proporciona un corte de sección en la elevación mostrada en la Figura 4-16.

Figura 4-17 Ejemplo de un Corte de Sección

See Figure 4-17 for an example of a cut section. Notice also that a section cut is provided in the elevation shown in Figure 4-16.

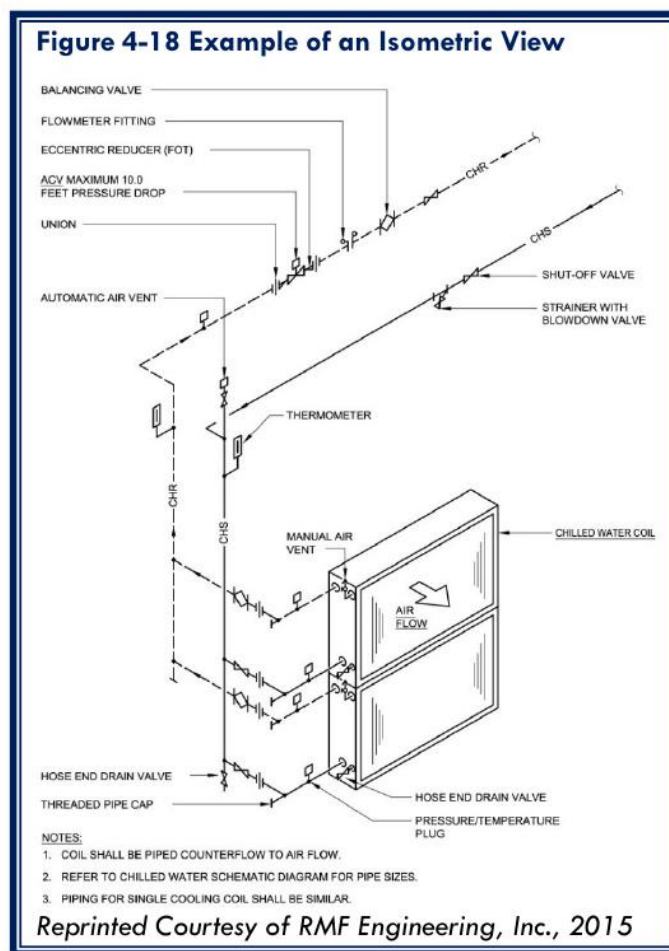


Reimpreso con autorización de Lord Aeck Sargent, Inc., 2015.

DIBUJOS ISOMÉTRICOS

Los dibujos isométricos son una representación pictórica en 3D de los sistemas del edificio. Comúnmente se dibujan de manera que la vista en planta se gira 90° y la elevación 30° respecto al eje horizontal. Los sistemas de plomería y protección contra incendios usan comúnmente este tipo de dibujo para mostrar el trazado de tuberías. La Figura 4-18 muestra la configuración de tuberías de una serpentina de enfriamiento en vista isométrica.

Figura 4-18 Ejemplo de una Vista Isométrica



Reimpreso con autorización de RMF Engineering, Inc., 2015.

DETALLES

Los detalles son un tipo de vista utilizado para mostrar condiciones especiales de un componente de un edificio. Típicamente están a una escala mayor para mostrar más detalle. La ubicación del detalle en relación con el edificio siempre debe proporcionarse al lector, ya sea en la planta, elevación, secciones u otros detalles. Los detalles de cabecal/jamba de puerta se proporcionan en la lámina A601 del conjunto de planos de muestra al final de este capítulo.

CUADROS (SCHEDULES)

Un cuadro (schedule) se utiliza para proporcionar información detallada sobre componentes específicos del edificio o piezas de equipo. Los cuadros se usan comúnmente para describir zapatas estructurales y proporcionar información como longitud, profundidad y ancho, así como tamaño, ubicación y dirección del refuerzo. También se usan para describir el tamaño, capacidad, conexiones y requisitos eléctricos del equipo. Un ejemplo de dos cuadros de HVAC puede encontrarse en la lámina M600 del conjunto de planos de muestra al final de este capítulo.

SÍMBOLOS

Un conjunto de planos contiene una enorme cantidad de información necesaria para construir un edificio. Para ahorrar espacio en el papel y mantener los planos organizados y legibles, se utilizan símbolos para representar sistemas más elaborados. Los símbolos pueden ser letras, números o imágenes en miniatura. Por ejemplo, la letra A puede usarse para describir una partición de tablaroca con clasificación de resistencia al fuego de 2 horas. Los símbolos generalmente representan componentes típicos utilizados frecuentemente en un edificio. Cuando se usan símbolos, debe proporcionarse una leyenda que explique su significado. La leyenda de símbolos suele ser la primera o última lámina de cada una de las disciplinas en el conjunto de planos.

NOTAS

Los conjuntos de planos contendrán notas en muchas de las láminas. Las notas proporcionan información complementaria necesaria para comprender los planos pictóricos. Las notas pueden identificarse con símbolos, que indican al lector que hay más información disponible en otro lugar dentro de un cuadro de notas, o pueden proporcionarse en los planos sin símbolos porque son relevantes para todos los dibujos. Los planos civiles a menudo tienen notas extensas sobre requisitos de aguas pluviales, limpieza del terreno y erosión. Estas instrucciones complementarias provienen de la autoridad con jurisdicción y, como tales, a menudo se colocan en los planos en lugar de en las especificaciones. Todas las notas deben leerse cuidadosamente en cada lámina, porque pueden cambiar drásticamente la interpretación de los planos. Las notas pueden encontrarse en la lámina A101 del conjunto de planos de muestra al final de este capítulo.

LÍNEA DE NIVEL (GRADE LINE)

Un aspecto importante del edificio es su elevación. En los planos civiles, es común indicar las elevaciones existentes y futuras del sitio en pies sobre el nivel del mar. Sin embargo, para los planos arquitectónicos y estructurales, la elevación sobre el nivel del mar no es relevante para la construcción. A un punto fijo, comúnmente la losa de la planta baja, se le asigna una elevación arbitraria de 0 ft o 100 ft para facilitar el cálculo de otros puntos de elevación. La parte superior de una zapata puede mostrarse a 98 ft; sin embargo, esto no significa que esté 98 ft sobre el nivel del mar. Más bien, significa que está 2 ft por debajo de la elevación arbitrariamente determinada de 100 ft de la losa de planta baja. Los planos civiles a menudo contendrán un plano de sitio con líneas de nivel existentes y futuras. Se usan líneas discontinuas de color claro para mostrar la elevación existente del terreno, y líneas sólidas más oscuras para mostrar el nivel al que el contratista debe construir.

TIPOS DE LÍNEA

Las líneas se utilizan para mostrar objetos (visibles y ocultos), dimensiones y ubicaciones dentro de un conjunto de planos. La Figura 4-19 muestra algunos de los tipos de línea más comunes y sus usos típicos.

Figura 4-19 Tipos de Línea Comunes

Tipo de Línea	Uso Típico
Línea sólida fina	Se usa para mostrar dimensiones, líneas guía (leaders) y líneas de extensión
Línea sólida gruesa	Se usa para mostrar objetos
Línea discontinua (guiones)	Se usa para mostrar objetos ocultos u objetos por debajo/encima del plano de corte

Línea de guion y punto	Se usa para líneas de centro (centerlines)
Línea de guion, punto, punto	Se usa para planos de corte

ÍNDICE DE PLANOS

El índice de planos es la tabla de contenido del conjunto de planos y es muy útil para encontrar información rápidamente. El índice de planos se ubica al frente del conjunto, a menudo en la portada. La lista de planos incluye todas las láminas de los dibujos y las identifica por número y título de plano. El número de plano está compuesto por una o dos letras seguidas de números (por ejemplo, A101, A1.1). Las letras corresponden al tipo de dibujo. A continuación se presentan las letras comúnmente utilizadas:

Letra	Disciplina
C	Civil
A	Arquitectónico
S	Estructural
M	Mecánico
P	Plomería
FP	Protección Contra Incendios
E	Eléctrico

Las disciplinas pueden organizarse de diferentes maneras, pero generalmente la civil va primero, seguida de la arquitectura, la estructural y las disciplinas MEP.

PLANOS DE MUESTRA

En las páginas siguientes se proporciona una porción de un conjunto de planos de construcción. Se destacan varios aspectos importantes de los planos. Para no saturar los dibujos, la información adicional sobre los planos se proporciona en la Figura 4-20.

Un agradecimiento especial a Lord Aeck Sargent, Inc., de Atlanta, Georgia, y a RMF Engineering, Inc., de Charleston, Carolina del Sur, por permitir el uso de estos planos para esta guía de estudio.

Figura 4-20 Notas del Plano

A. Todos los conjuntos de planos comenzarán con la portada, que como mínimo incluirá el nombre del proyecto. Aquí se identifican el nombre del proyecto, la fecha de los planos, el grado de avance de los planos y los números de proyecto.

B. En este conjunto particular de planos, la lista de dibujos se proporciona en la portada. Esta es una práctica común; sin embargo, también es muy común tener la lista de dibujos en una página separada. La lista de dibujos es un excelente lugar para comenzar cuando se busca información. El título de la página ayudará al lector a identificar dónde empezar a buscar la información deseada.

C. El lado derecho de la página típicamente se reserva para el cuadro de rotulación (title block). El cuadro de rotulación contendrá información general sobre el proyecto y el diseñador que lo elaboró. El sello del diseñador también se coloca aquí, certificando que el diseño es seguro y constructible. El número y título del plano de la lista de dibujos se pueden encontrar aquí. También es muy importante buscar la fecha original de elaboración y cualquier fecha de revisión, para asegurarse de tener la última versión de la lámina.

D. En esta página se muestran dos tipos de secciones: una sección a través del edificio y una sección de muro. Lo que se destaca aquí es una sección a través del edificio. Observe los círculos con flechas en la parte superior e inferior de la página. Estos muestran el plano de corte de la sección. En los círculos con flechas puede verse un G1 en la parte superior y un A201 en la parte inferior. Estas designaciones indican que la sección puede encontrarse en la sección G1 de la lámina A201. La dirección hacia la que apunta la flecha es la dirección de la vista.

E. En esta nota se destaca una sección de muro. Un corte de sección de muro está limitado a la longitud de la línea desde el círculo hasta la barra de terminación. En este caso, se está cortando una sección únicamente a través del muro de la jardinera del sitio. La sección puede encontrarse en el detalle H1 de la lámina A521. La sección H1/A521 se usó en la Figura 4-17.

F. Muchas láminas contienen información adicional en la sección de notas. Aquí se llaman notas generales y notas específicas de la lámina; sin embargo, el título puede variar ligeramente según el conjunto de planos. Debe tenerse mucho cuidado al leer estas notas en detalle, porque a menudo contienen alcance adicional o excepciones a lo mostrado en el dibujo. Por ejemplo, en este caso la Nota Específica de Lámina N.º 4 indica que se debe instalar aislamiento de fibra de vidrio (batt) en ciertas cavidades de los montantes. Sin leer esta nota, el contratista no sabría que los muros de la Sala de Conferencias 150 deben aislarse.

G. A menudo se proporcionan detalles ampliados (blow-up) para áreas de los planos donde se necesita una gran cantidad de información específica. Aquí se destacan los baños. Observe la línea punteada alrededor de los sanitarios con una etiqueta A9/A605. Los baños a menudo tienen dimensiones específicas para cumplir con los requisitos de la ADA. Se proporciona un detalle ampliado en el detalle A9 de la lámina A605 para mostrar esas dimensiones sin saturar el plano de planta más grande.

H. Debido a que existe una amplia gama de puertas, marcos y herrajes en la mayoría de los proyectos, los cuadros de puertas son fundamentales para entender qué debe instalarse. Un cuadro de puertas incluirá todas las puertas del proyecto y las identificará individualmente con un número de puerta. A menudo, las elevaciones de puertas, elevaciones de marcos y detalles se proporcionan en la misma página. Gran parte de la información en el cuadro se identifica con etiquetas o abreviaturas que remiten al lector a otras elevaciones o detalles. Por ejemplo, la Puerta 062.1 tiene una puerta tipo C:2. El C:2 es una etiqueta que remite al lector al tipo de elevación de puerta. La clasificación de resistencia al fuego

también suele proporcionarse en el cuadro. En este caso, la puerta 062.1 es una puerta de 90 minutos. Como siempre, debe tenerse cuidado con las notas del plano. En este caso hay una columna de observaciones que remite al lector a la lista de Observaciones de Puertas en el lado derecho de la página.

I. La lámina M600 proporciona cuadros para dos piezas de equipo. Los cuadros de equipo proporcionan especificaciones básicas del equipo a instalar.

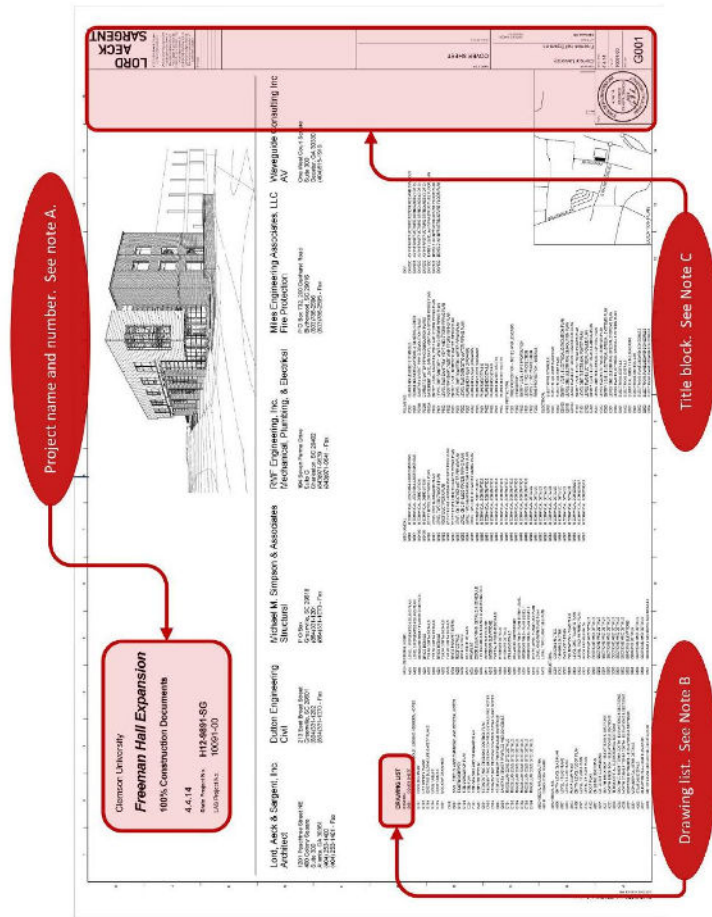
J. A todas las piezas principales de equipo se les asigna una etiqueta de designación. La etiqueta sirve como abreviatura del equipo mostrado en otros dibujos.

K. Los cuadros proporcionarán los fabricantes del equipo. Los fabricantes listados son usualmente aquellos en los que se basó el diseño; sin embargo, equipo equivalente de otros fabricantes generalmente también es aceptable. Los demás fabricantes aceptables suelen proporcionarse en las especificaciones.

L. Los cuadros de equipo típicamente proporcionan los requisitos eléctricos básicos del equipo. Lo más común es que se proporcionen el voltaje, la fase y la frecuencia. El voltaje de línea de la mayoría del equipo va de 110 V a 480 V. El equipo será monofásico o trifásico, y en los Estados Unidos la frecuencia siempre será de 60 Hz. Observe que los cuadros de bombas y ventiladores muestran los requisitos eléctricos de forma diferente, pero todo el equipo mostrado requiere alimentación de 208 V, trifásica, 60 Hz.

Lámina G001 – Portada del Conjunto de Planos de Muestra

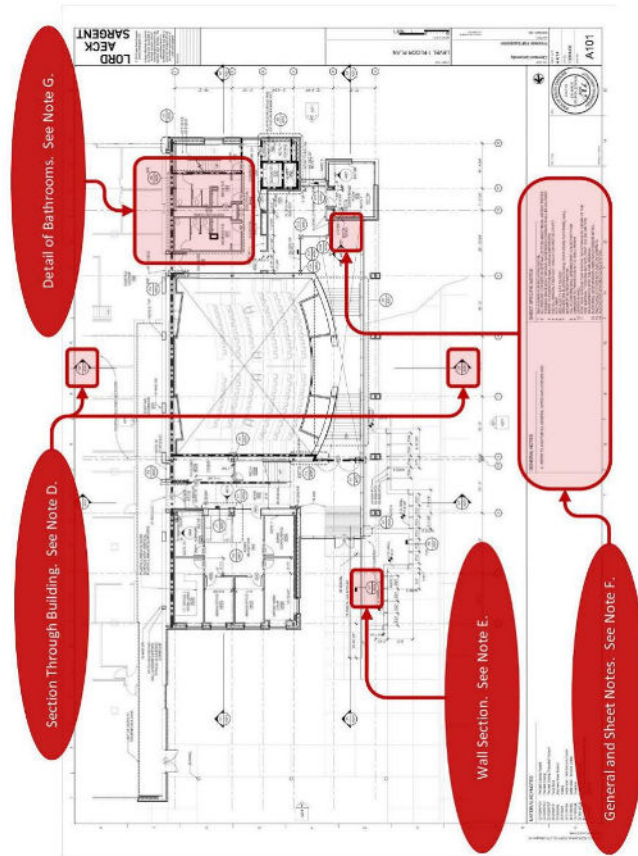
CHAPTER 4 ► MATERIALS, METHODS, AND PROJECT MODELING AND VISUALIZATION



Planos de muestra cortesía de Lord Aeck Sargent, Inc. y RMF Engineering, Inc., 2015. Nota: las leyendas en rojo (Notas A–C) corresponden a las explicaciones de la Figura 4-20.

Lámina A101 – Planta Nivel 1 (Vista en Planta)

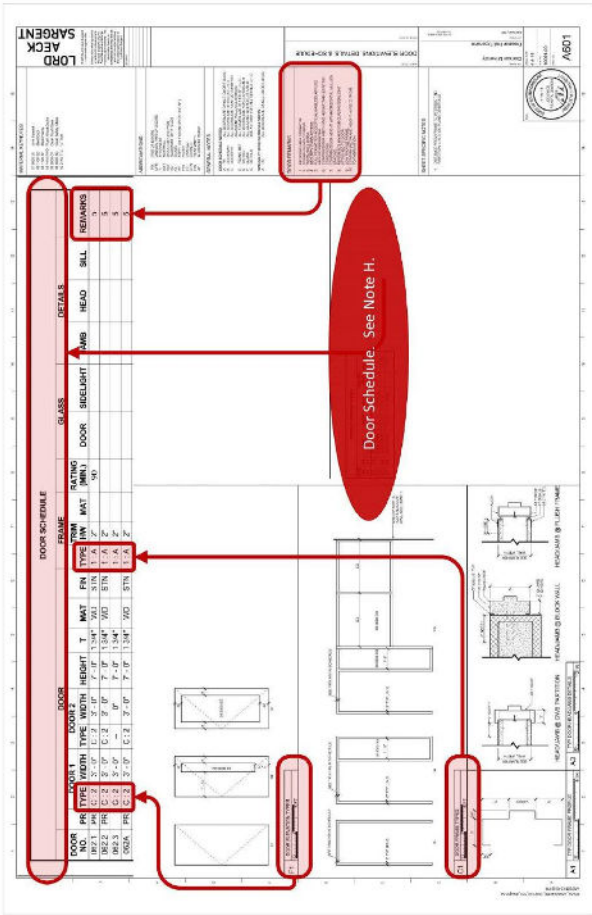
CHAPTER 4 ► MATERIALS, METHODS, AND PROJECT MODELING AND VISUALIZATION



Nota: las leyendas en rojo (Notas D–G) corresponden a las explicaciones de la Figura 4-20.

Lámina A601 – Elevaciones, Detalles y Cuadro de Puertas

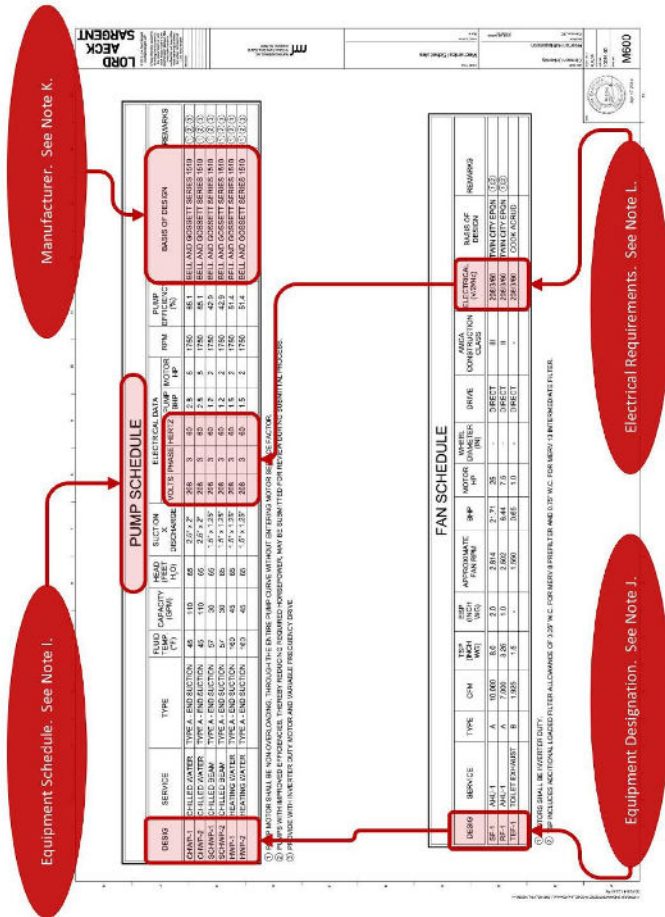
CHAPTER 4 ► MATERIALS, METHODS, AND PROJECT MODELING AND VISUALIZATION



Nota: la leyenda en rojo (Nota H) corresponde a la explicación de la Figura 4-20.

Lámina M600 – Cuadros Mecánicos (Bombas y Ventiladores)

CHAPTER 4 ► MATERIALS, METHODS, AND PROJECT MODELING AND VISUALIZATION



Nota: las leyendas en rojo (Notas I–L) corresponden a las explicaciones de la Figura 4-20.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

30. ¿Cuál de las siguientes vistas se utiliza en los planos de plomería para mostrar una vista en 3D de los trazados de tubería? A. planta B. elevación C. sección D. isométrica
 31. ¿Cuál es el mejor lugar para buscar y determinar los requisitos eléctricos de los enfriadores (chillers) de un proyecto? A. contrato B. detalles C. cuadro (schedule) D. especificaciones
 32. ¿Cuál de los siguientes tipos de línea se usa para mostrar objetos ocultos u objetos por encima o debajo del plano de corte? A. línea sólida fina B. línea sólida gruesa C. línea de guion y punto D. línea discontinua
 33. Usando los planos de muestra proporcionados en este capítulo, ¿cuál es la clasificación de resistencia al fuego de la puerta 062.3? A. sin clasificación B. 30 minutos C. 60 minutos D. 90 minutos
 34. Usando los planos de muestra proporcionados en este capítulo, ¿cuál es la potencia en caballos de fuerza del ventilador que da servicio a la AHU-1? A. 1 hp B. 10 hp C. 25 hp D. 35 hp
-

RESPUESTAS – PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

1. D 2. C 3. D 4. A 5. C

Examen de Asociado de Construcción Certificado

(Certified Associate Constructor Exam)

Guía de Estudio Oficial

PARTE III

Capítulo 5: Licitación y Estimación · Capítulo 6: Presupuestos, Costos y Control de Costos ·
Capítulo 7: Planeación, Programación y Control de Cronograma

Revisado en diciembre de 2022

CAPÍTULO 5

LICITACIÓN Y ESTIMACIÓN

STUDY GUIDE



Contenido del capítulo: Proceso de Adquisición y Licitación (75) · Estimados (79) · Levantamiento de Cantidades (83)

CAPÍTULO 5 ► LICITACIÓN Y ESTIMACIÓN

PROCESO DE ADQUISICIÓN Y LICITACIÓN

DOCUMENTOS DE LICITACIÓN

En muchos casos, aunque no en todos, el primer paso en el proceso de adquisición y licitación es la precalificación del licitante. Precalificar a los contratistas es una forma de verificar que cuentan con la experiencia y la fortaleza financiera para completar el proyecto exitosamente. Normalmente se solicitan los estados financieros de la empresa, comprobante de seguro, capacidad de fianza, EMR (tasa de modificación por experiencia) e historial de litigios para la evaluación. Una vez que una empresa ha sido precalificada, se le pueden enviar los documentos de licitación y continuar con el proceso de adquisición y licitación. Los documentos de licitación contienen instrucciones de licitación e información sobre un proyecto particular. Generalmente consisten en información de licitación, especificaciones técnicas y planos de licitación. A menudo se encuentran en las secciones iniciales del manual del proyecto; la información de licitación incluye lo siguiente:

- *Invitación a licitar*, también conocida como aviso de licitación, es la invitación a los licitantes para presentar una oferta en un proyecto particular. Las invitaciones a licitar proporcionan información general sobre el proyecto, incluyendo el tipo, tamaño y ubicación; la fecha de licitación; las fechas previstas de inicio y finalización; los requisitos de fianza; ubicación y costo de los documentos de licitación; y cualquier otro requisito general o legal. En proyectos públicos, las invitaciones a licitar deben anunciarse públicamente. A menudo se publican en lugares públicos y se anuncian en periódicos, internet, revistas especializadas, y en oficinas locales de intercambio de constructores.
- *Instrucciones a los licitantes*, también conocidas como información para licitantes, son instrucciones para los licitantes que establecen los procedimientos de licitación de un proyecto particular. A menudo incluyen gran parte de la misma información general que la invitación a licitar y proporcionan información detallada sobre la fecha límite de la oferta, el lugar de entrega de la oferta, el tipo de apertura de ofertas (pública o privada), instrucciones para completar el formulario de oferta, cómo y cuándo se otorgarán o rechazarán los contratos, las responsabilidades de los licitantes, y otros detalles importantes sobre la oferta.
- *Formulario de oferta*, también conocido como formulario de propuesta, es el documento utilizado por los licitantes para presentar sus ofertas. Comúnmente incluye el nombre del contratista, el monto de la oferta (en palabras y en números), desgloses de precios, lista de alternativas, reconocimiento de adendas, tarifas por trabajo adicional, precios unitarios, el plazo propuesto para completar el proyecto, subcontratistas clave, participación de empresas en desventaja, y la firma del licitante.
- *El acuerdo contractual* es el contrato entre las partes que se utilizará en el proyecto y a menudo se incluye en los documentos de licitación para revisión de los licitantes.
- *Las condiciones generales* se usan para delinear los derechos, responsabilidades, obligaciones y autoridad de los participantes del proyecto.
- *Las condiciones suplementarias* se usan para delinear cualquier condición específica del proyecto, como escalas salariales, informes geotécnicos, requisitos de seguro y fianza, oficina de obra, instalaciones temporales, estacionamiento, señalización y requisitos de limpieza.

- *Las alternativas* se usan cuando el propietario de un proyecto solicita precios separados para cambios al alcance de trabajo de la oferta base. El alcance de este trabajo se detalla en la información de licitación, y se incluyen renglones separados en el formulario de oferta para cada alternativa. Las alternativas pueden listarse como adiciones o deducciones respecto a la oferta base.
- *Las adendas* se usan para documentar y distribuir cualquier cambio, corrección o aclaración hecha a los documentos contractuales durante el periodo de licitación.

Para más información, consulte a Dagostino & Peterson en la lista de referencias.

TIPOS DE ESPECIFICACIONES

Las especificaciones técnicas, o simplemente especificaciones, son una descripción escrita del trabajo. Complementan los planos y proporcionan información sobre cómo debe instalarse el trabajo; sin embargo, durante la preconstrucción es particularmente importante revisar los fabricantes aprobados y los estándares de mano de obra. Las especificaciones pueden clasificarse como prescriptivas o de desempeño.

Especificaciones Prescriptivas

Una especificación prescriptiva proporciona un diseño completo al contratista. Se proporcionan el equipo y materiales específicos, y hasta cierto grado los medios y métodos de instalación. También se incluyen los estándares de calidad aceptables. La especificación propietaria es un tipo de especificación prescriptiva que nombra el fabricante o sistema específico deseado por el diseñador. Una especificación propietaria cerrada permite seleccionar solo un fabricante o sistema. Un uso común de esto es cuando se intenta igualar o integrarse a condiciones existentes. Una especificación propietaria abierta proporciona una base de diseño, pero permite usar varios fabricantes o sistemas preseleccionados. Esto permite cierto grado de competencia, lo que mantiene los costos alineados con el mercado.

Especificaciones de Desempeño

Una especificación de desempeño proporciona un criterio de desempeño que el contratista debe cumplir. El diseñador proporciona información sobre la función final del sistema y algunos requisitos generales, pero no el diseño específico. A menudo, esto implica que el contratista contrate a un ingeniero para completar el diseño. Este tipo de especificación se usa más comúnmente con sistemas complicados que a menudo se personalizan para aplicaciones específicas del edificio, como un muro cortina o sistemas eléctricos de seguridad o audio/visuales.

Para más información, consulte a Muller, Fausett, & Grau en la lista de referencias.

LEYES, REGLAMENTOS Y CÓDIGOS

Todos los proyectos deben construirse cumpliendo las leyes, reglamentos y códigos de construcción locales, estatales y federales. Un código de construcción presenta los requisitos mínimos de diseño y construcción establecidos por el organismo gubernamental local. En los Estados Unidos, el código de construcción más ampliamente aceptado es el Código Internacional de Construcción (IBC). El IBC es una familia de códigos que incluye el Código Internacional de Construcción, el Código Internacional Residencial, el Código Internacional de Conservación de Energía, el Código Internacional de Plomería, y muchos más. Las revisiones al IBC se publican en un ciclo de tres años; sin embargo, los municipios locales deben adoptar las revisiones antes de que sean exigibles en esa área. El código energético es

notoriamente lento en adoptarse porque los edificios más eficientes generalmente tienen costos iniciales más altos, lo cual puede ser un tema altamente político.

Los términos especificaciones, leyes, códigos, reglamentos y estándares se usan comúnmente de forma intercambiable; sin embargo, existen diferencias importantes entre estos términos.

- *Las especificaciones* son creadas por los diseñadores para complementar los planos de construcción. Generalmente contienen estándares que complementan la intención de diseño y establecen el nivel de calidad. Las especificaciones son la parte de los documentos contractuales que debe cumplir con los códigos locales antes de que un edificio pueda recibir un permiso de construcción.
- *Las leyes* son reglas creadas por la autoridad de la comunidad, que a menudo es el poder legislativo, y se hacen cumplir mediante decisión judicial.
- *Los códigos*, si se adoptan, se convierten en requisitos estatutarios del municipio con jurisdicción y, si se violan, pueden tener sanciones civiles o penales.
- *Los reglamentos* tienen un efecto similar a los códigos en términos de su autoridad estatutaria, pero generalmente se incluyen o se crean dentro de las leyes.
- *Los estándares* son creados por organizaciones de normalización, como ASTM, ANSI o SMACNA, y proporcionan criterios de desempeño para materiales y sistemas. No son legalmente vinculantes a menos que se referencien específicamente con el código. Muchos estándares se incluyen en especificaciones técnicas, pero pocos se incluyen en el código.

Para más información, consulte a Woods, Andres, & Smith en la lista de referencias.

SEGUROS Y FIANZAS

Los seguros y las fianzas se usan para proteger a los propietarios y/o contratistas contra riesgos. El seguro se diferencia de la fianza en quién es responsable del pago en caso de un reclamo. Con las pólizas de seguro, la compañía aseguradora es responsable del costo del reclamo. En una fianza, la compañía afianzadora cumple la obligación de pago del contratista, pero responsabiliza al contratista por los pagos realizados en su nombre. Otra diferencia importante es quién está siendo protegido. Con el seguro, se protege a la parte que compra la póliza, mientras que con una fianza, el comprador (el contratista) paga para proteger a otra parte (el propietario).

Seguros

Existen varios tipos, formas y coberturas de seguro utilizados en la construcción. Los seguros pueden ser requeridos por ley y/o por los documentos del proyecto. A continuación se presentan algunos de los tipos de seguro más comunes en construcción:

- *Compensación al trabajador (workers' compensation)* es un tipo de seguro que compensa a un trabajador por una parte de su salario perdido (comúnmente el 67 %) y los gastos médicos por lesiones ocurridas en el trabajo. A cambio de este beneficio, los empleados renuncian a su derecho de demandar a su empleador por negligencia extracontractual. La compensación al trabajador está regulada por el estado. La tasa que pagan los empleadores puede ajustarse mediante la Tasa de Modificación por Experiencia (EMR) del empleador. El EMR es un multiplicador que ajusta la prima según el historial laboral pasado del empleador. El multiplicador estándar es 1; sin embargo, si una empresa ha demostrado un historial de operación segura, puede obtener un EMR más bajo, como 0.8, lo que reduciría sus primas en un

20 % y la haría más competitiva. Sin embargo, si una empresa tiene un historial de accidentes y representa un mayor riesgo de reclamos, su EMR puede aumentar por encima de 1, como 1.2, lo que incrementaría sus primas en un 20 %.

- *El seguro de riesgo del constructor (builder's risk)* es un seguro que los constructores adquieren para protegerse de daños al edificio que ocurran mientras está en construcción. También típicamente incluye las estructuras temporales, como remolques y contenedores de almacenamiento, ubicados en el sitio del proyecto. El daño específico que el seguro indemniza incluye incendio, tormenta, robo y vandalismo. Típicamente no cubre inundaciones ni terremotos a menos que se adquiriera una póliza adicional (rider).
- *La responsabilidad civil general (general liability)* protege al contratista de reclamos de terceros por lesiones corporales, daños a personas y daños a la propiedad como resultado de operaciones en curso. Por ejemplo, este seguro protegería al contratista si una viga de acero cayera y aplastara el auto del funcionario de construcción.
- *Errores y omisiones* protege a los diseñadores de documentos de diseño incompletos, incorrectos o defectuosos. Los contratistas generalmente no tienen este seguro a menos que estén proporcionando servicios de diseño, como en un contrato de diseño-construcción, o que tengan especificaciones de desempeño que les exijan diseñar una parte del trabajo.

Tradicionalmente, el contratista y los subcontratistas son responsables de proporcionar el seguro para su propio alcance de trabajo. Sin embargo, los OCIP (programas de seguro controlados por el propietario) y los CCIP (programas de seguro controlados por el contratista) se están volviendo más comunes. Con los OCIP y CCIP, el propietario o el contratista compra una sola póliza global para todos los oficios. Los OCIP y CCIP pueden tener primas reducidas como resultado de las economías de escala en la compra, y brindan mayor control sobre el seguro mantenido por los oficios. Las desventajas de estos programas incluyen una mayor carga administrativa para el propietario o contratista y el potencial de reclamos fraudulentos no relacionados con el proyecto. También puede ser difícil obtener el crédito total de los oficios por el seguro que tradicionalmente compran ellos mismos, para compensar el costo de la póliza adquirida por el propietario o contratista.

Para más información, consulte a Halpin & Senior y a Kibert en la lista de referencias.

Fianzas

Las fianzas se usan para proteger al propietario en casos en que el contratista no cumpla de acuerdo con el contrato. Las fianzas son acuerdos tripartitos entre un obligante (el propietario), un principal (el contratista) y la afianzadora (la compañía de fianzas). Los contratistas principales a menudo también requieren que sus subcontratistas obtengan una fianza. En caso de que el principal incumpla, la afianzadora es responsable de cumplir las obligaciones del principal hacia el obligante. Esto podría implicar apoyar financieramente al contratista hasta su finalización, o hacerse cargo del proyecto con otro contratista. Existen tres tipos principales de fianzas comúnmente encontradas en la construcción:

- *La fianza de oferta (bid bond)* se usa para asegurar que el principal honrará su oferta y celebrará un contrato con el obligante por el monto de la oferta después de la apertura de ofertas. La fianza de oferta usualmente cubre la diferencia entre la oferta más baja y la segunda más baja, típicamente hasta el 10 % del precio de la oferta.
- *La fianza de cumplimiento (performance bond)* es una garantía que asegura al obligante que el principal realizará todo el trabajo de acuerdo con los términos del acuerdo.

- *La fianza de pago (payment bond)*, también conocida como fianza de mano de obra y materiales, garantiza al obligante que el principal pagará sus facturas de mano de obra y materiales suministrados en el proyecto.

Una alternativa a la fianza es el seguro de incumplimiento de subcontratista (SDI), comúnmente referido por el nombre comercial Subguard del Zurich Insurance Group. El SDI es una póliza de seguro, adquirida por los contratistas principales, para protegerse del incumplimiento de un subcontratista. A diferencia de una fianza, que es un acuerdo tripartito, el SDI es un acuerdo bipartito entre el contratista principal y la compañía de seguros. Bajo la póliza SDI, se requiere que los subcontratistas sean precalificados, lo que efectivamente reduce el riesgo de incumplimiento. En general, el SDI tiene menor costo y mayor flexibilidad, y los reclamos se procesan más rápido en comparación con una fianza de afianzadora. Las ventajas de las fianzas sobre las pólizas SDI incluyen mayor jurisprudencia y precedente legal, y sin deducibles (a menudo >\$100,000 con las pólizas SDI), y el SDI puede no cubrir a sub-subcontratistas de tercer o cuarto nivel.

INGENIERÍA DE VALOR Y COSTEO DE CICLO DE VIDA

La ingeniería de valor (VE) y el costeo de ciclo de vida (LCC) son dos servicios comúnmente proporcionados durante la preconstrucción, pero es importante entender exactamente qué significan estos términos y sus diferencias. La VE es un análisis funcional que busca alternativas de menor costo para los servicios proporcionados por el edificio. Un edificio con ingeniería de valor aplicada proporcionará al propietario la misma función sin sacrificar calidad ni servicios del edificio. Un ejemplo de VE es reemplazar la estructura del edificio de bloque a paneles de concreto tilt-up debido al ahorro de costos derivado de un cronograma acelerado. El bloque y los paneles de concreto tilt-up cumplen la misma función, por lo que no se pierden servicios del edificio; sin embargo, hay ahorros de costo resultantes de un cronograma más corto. La reducción de alcance, sin embargo, no es ingeniería de valor. Un ejemplo de reducción de alcance sería si un proyecto estuviera sobre presupuesto y se sustituyeran puertas motorizadas elevadas por puertas de apertura manual. Esta sustitución, aunque perfectamente legítima, proporciona menos servicios de construcción al propietario. A menudo se incentiva a los contratistas a proporcionar sugerencias de VE mediante un porcentaje de los costos reducidos compartido por el propietario con el contratista.

El costeo de ciclo de vida (LCC) es un análisis financiero que evalúa el costo de un componente o sistema del edificio durante su vida útil y no solo sus costos iniciales. El uso del LCC ha crecido significativamente con el aumento de edificios sostenibles de alto desempeño. El equipo de HVAC de alto desempeño puede aumentar el costo inicial del proyecto; sin embargo, el ahorro en costos de energía puede pagar la mejora en un periodo relativamente corto de tiempo.

Para más información, consulte a Halpin & Senior y a Kibert en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – PROCESO DE ADQUISICIÓN Y LICITACIÓN

1. ¿En cuál de los siguientes documentos de licitación colocaría el contratista su precio? A. instrucciones a los licitantes B. formulario de oferta C. acuerdo contractual D. condiciones generales
2. ¿Cuál de los siguientes documentos de licitación contiene información adicional o suplementaria a los documentos de diseño? A. instrucciones a los licitantes B. adenda C. alternativa D. condiciones generales

3. ¿Qué tipo de especificación proporciona el criterio que el contratista debe cumplir al construir, pero no incluye un diseño específico? A. especificación de desempeño B. especificación de proyecto C. especificación preliminar D. especificación prescriptiva
4. El criterio establecido por una organización gremial para estándares de calidad e instalación aceptables, como los parámetros de la Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association (SMACNA) para la calidad de ductos, se describe mejor como un(a) _____. A. código B. especificación C. reglamento D. estándar
5. Si un remolque de obra es vandalizado, ¿cuál de los siguientes tipos de seguro cubriría el reclamo? A. errores y omisiones B. riesgo del constructor C. responsabilidad civil general D. seguro de propiedad
6. ¿Cuál es el término usado para describir la evaluación financiera del costo de un componente o sistema del edificio durante su vida útil? A. razón de costo B. ingeniería de valor C. costeo de ciclo de vida D. análisis de costo inicial

ESTIMADOS

TIPOS DE ESTIMADOS

Existen varios tipos de estimados utilizados en la industria de la construcción. Varían principalmente en cuán completo está el diseño y su nivel de precisión. A medida que el diseño avanza, se hacen menos suposiciones, y el estimado se acerca más al costo real de construcción.

Detallado

Un estimado detallado se usa cuando el 90 % al 100 % de los documentos de construcción (CD) están completos. Con este estimado, el estimador desglosa el trabajo mediante la estructura de desglose del trabajo (explicada con más detalle en el Capítulo 6) y completa levantamientos detallados de cantidades (QTO). Los QTO se usan para fijar precio al material y estimar los costos de mano de obra y equipo. Los estimados detallados incluirán todos los costos directos, fianzas, seguros, impuestos, gastos generales y utilidad. Este tipo de estimado es el más laborioso de crear, pero tiene el margen de error más bajo, el cual oscilará entre $\pm 2\%$ y $\pm 4\%$.

Semidetallado

Los estimados semidetallados, también conocidos como estimados preliminares, se usan cuando los documentos de construcción están completos entre el 30 % y el 90 %. En esta etapa del diseño, algunos sistemas principales, como cimentaciones y estructuras, están bastante bien completados; sin embargo, otros sistemas, como HVAC y eléctrico, solo están delineados de manera general. Se crean estimados detallados para los componentes que están completos, pero se usan técnicas de estimación conceptual para llenar los vacíos de las porciones incompletas del diseño. El margen de error esperado para un estimado semidetallado oscilará entre $\pm 5\%$ y $\pm 10\%$. Los estimados semidetallados a menudo se usan como actualizaciones de presupuesto durante el proceso de diseño para asegurar que el diseño esté alineado con el presupuesto del propietario.

Estimado Conceptual

Los estimados conceptuales, también conocidos como estimados de orden de magnitud aproximado, se usan al inicio del proceso de desarrollo. Los estimados conceptuales son completados por los

propietarios, incluso antes de contratar al diseñador, para probar la viabilidad del proyecto. Este tipo de estimado típicamente tiene un margen de error de $\pm 20\%$ o más, pero es relativamente fácil y económico de crear. Se usan varias técnicas para desarrollar estimados conceptuales, las cuales se muestran a continuación:

- *El estimado por pie cuadrado* es un estimado de orden de magnitud aproximado que usa el costo total por pie cuadrado de otros edificios similares y lo multiplica por el tamaño estimado del proyecto. Véase la Figura 5-1 para un ejemplo de una base de datos de costo por pie cuadrado.

Figura 5-1 Ejemplo de una Base de Datos de Costo por Pie Cuadrado

Tipo de Edificio	Costo/pie cuadrado
Centro comunitario	\$106.09
Dormitorio universitario	\$139.81
Juzgado	\$146.50
Oficina postal	\$95.02
Tienda al menudeo	\$87.25
Supermercado	\$74.55
Ayuntamiento	\$92.55

Ejemplo: con base en la experiencia previa, la base de datos interna de una empresa indica que los centros comunitarios cuestan aproximadamente \$106.09 por pie cuadrado construir. ¿Cuánto costaría un centro comunitario de 3,000 pies cuadrados?

$$\$106.09 \times 3,000 \text{ pie}^2 = \$318,270$$

- *El estimado de costo por ensamblajes* es similar a los estimados por pie cuadrado, pero desglosa los ensamblajes principales, como cimentaciones, acabados y sistemas mecánicos. Los ensamblajes comúnmente se estiman por costo por pie cuadrado; sin embargo, a menudo se usan otras unidades de medida, como pies cúbicos o pies lineales. Véase la Figura 5-2 para un ejemplo de un estimado de costo por ensamblajes.

Figura 5-2 Ejemplo de un Estimado de Costo por Ensamblajes

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total
Subestructura – Zapatas de pad	50,000	pie ²	8.23	\$411,500
Estructura – Acero estructural	100,000	pie ²	6.21	\$621,000
Envolvente – Fachada de ladrillo (80%)	20,000	pie ²	4.46	\$89,250
Envolvente – Ventanas (20%)	5,000	pie ²	71.40	\$357,000
Techado – Bitumen modificado	50,000	pie ²	6.11	\$305,500
Interiores – Acabados	50,000	pie ²	23.54	\$1,177,000
Plomería – Paquete estándar	50,000	pie ²	6.68	\$334,000

HVAC – Agua enfriada	50,000	pie ²	9.78	\$489,000
Protección contra incendios – Tubería húmeda	50,000	pie ²	3.77	\$188,500
Eléctrico – Estándar 120/208	50,000	pie ²	14.44	\$722,000
Obra de sitio – Nivelación	6	acre	6,000	\$36,000
Obra de sitio – Pavimentación	6	acre	6,000	\$36,000
Obra de sitio – Servicios	6	acre	2,000	\$12,000
Total				\$4,778,750

- *El estimado de índices de costo* es un tipo de estimación que usa costos conocidos de proyectos previamente construidos y ajusta los costos a precios actuales en una ubicación específica. La Figura 5-3 proporciona un índice histórico de costos de cuatro ciudades a lo largo del tiempo. Al ajustar el costo se usa la siguiente fórmula:

Estimado de Índice de Costo = (Costo Conocido) / (Índice de Costo del Costo Estimado) ÷ Índice de Costo del Costo Conocido

Figura 5-3 Ejemplo de Índices Históricos de Costo

Año	Auburn	Purdue	Clemson	Provo
2016	48.1	46.2	36.7	51.8
2015	47.0	44.0	36.3	47.8
2014	46.0	41.9	35.9	44.0
2013	45.0	39.9	35.5	40.6
2012	44.0	38.0	35.1	37.4
2011	43.0	36.2	34.7	34.5
2010	42.0	34.5	34.3	31.8

Ejemplo: una iglesia se construyó en Auburn, Alabama, por \$1,500,000 en 2010. ¿Cuánto costaría esa misma iglesia si se construyera en Purdue, Indiana, en 2015?

Estimado de Índice de Costo = (\$1,500,000) / (34.5) ÷ 42.0 = \$1,571,429

- *Los estimados paramétricos* son similares a los estimados de costo por pie cuadrado, pero usan relaciones estadísticas entre los parámetros del edificio para desarrollar los costos. Las ecuaciones en los estimados paramétricos son muy complicadas, usando funciones logarítmicas, razones de parámetros y multiplicación de parámetros, en lugar de simplemente multiplicar un costo por pie cuadrado por el tamaño. Esta técnica de estimación se usa solo al inicio del proyecto y para estimados conceptuales de alto nivel.

Para más información, consulte a Holm, Schaufelberger, Griffin, & Cole, y a Dagostino & Peterson en la lista de referencias.

GASTOS GENERALES, CONTINGENCIAS Y UTILIDAD

Los gastos generales son una agrupación de costos para artículos necesarios para construir un proyecto que no están directamente asociados con el edificio en sí. Los gastos generales de obra, a veces

referidos como condiciones generales, gastos generales directos, o costos indirectos de campo, son costos específicos de un proyecto particular. Varían del 10 % al 40 % de los costos totales del proyecto e incluyen los costos asociados con el superintendente, el remolque de obra, los baños temporales y los servicios de obra. Observe que estos costos son específicos del trabajo y la empresa no los incurriría si el proyecto no estuviera en curso. Esto es diferente de los gastos generales de oficina central. Los gastos generales de oficina central, también llamados gastos generales indirectos o gastos generales generales, son costos incurridos por la empresa independientemente de cualquier trabajo particular. Estos costos incluyen la renta de la oficina central, marketing y salarios ejecutivos. Todos estos son costos compartidos por todos los proyectos y típicamente se añaden al presupuesto como un porcentaje del trabajo. El porcentaje de costos de oficina central se calcula usando la siguiente fórmula:

Gastos Generales de Oficina Central = Gastos Anuales de Oficina Central ÷ Volumen de Ventas Estimado

Ejemplo: una empresa tiene un total de \$700,000 en gastos generales de oficina central, como computadoras de contabilidad, eventos de marketing, renta de oficina y gerentes de proyecto no asignados a un proyecto. La empresa espera poner en marcha \$10,000,000 de trabajo de construcción. ¿Cuál debería ser el porcentaje de margen de oficina central para los proyectos que licite ese año?

Gastos Generales de Oficina Central = \$700,000 ÷ \$10,000,000 = 7%

En casi todos los proyectos, algunos elementos de costo se omitirán del estimado, o se descubrirá algún elemento de alcance inesperado después de completar el estimado. Para tener en cuenta estos costos inesperados, se incluye una contingencia en la mayoría de los estimados. La contingencia es un fondo de dinero que no está asociado con un alcance de trabajo específico. Para trabajos licitados, la contingencia ayuda a reducir el riesgo para el contratista de licitación dura. Sin embargo, cuanto mayor sea la contingencia incluida, mayor será el precio de la oferta y menos competitivo será el contratista. Con el trabajo de gestión de la construcción, la contingencia a menudo es un fondo compartido usado conjuntamente por el propietario, el arquitecto y el CM.

Para más información, consulte a Holm, Schaufelberger, Griffin, & Cole, y a Dagostino & Peterson en la lista de referencias.

PRODUCTIVIDAD

Al consultar las tasas de productividad publicadas, como las de R.S. Means u otras guías de referencia, las tasas típicamente se proporcionan por un oficio individual, como un carpintero o un pintor, o por una cuadrilla compuesta.

Las horas-trabajo de cuadrilla por día son el número total de horas que la cuadrilla emplea en un día de 8 horas. Para un solo individuo, como un carpintero solo, las horas de trabajo por día serían 8 horas. Sin embargo, para cuadrillas con varios trabajadores, el número total de trabajadores se multiplica por 8 para determinar las horas de trabajo.

Horas-Trabajo de Cuadrilla Expendidas por Día = Miembros de la Cuadrilla × 8 hr/día

Ejemplo: una cuadrilla de pasamanos tiene un capataz y tres peones. ¿Cuáles son sus horas-trabajo de cuadrilla por día?

Horas-Trabajo de Cuadrilla Expendidas por Día = 4 miembros de cuadrilla × 8 hr/día = 32 hr/día

Las tasas de productividad se expresan en horas-trabajo por unidad o unidades por hora-trabajo. Las tasas de productividad expresadas en horas-trabajo por unidad se calculan tomando el número de horas-trabajo de cuadrilla expendidas por día y dividiéndolo entre su tasa de producción (rendimiento diario).

Horas-Trabajo por Unidad = Horas-Trabajo de Cuadrilla Expendidas ÷ Rendimiento Diario

Ejemplo: ¿cuál es la productividad de la cuadrilla de pasamanos si su rendimiento diario es 190 pie lineal/día?

Horas-Trabajo por Unidad = 32 hr/día ÷ 190 pie lineal/día = 0.1682 Whr/pie lineal

0.1682 Whr/pie lineal representa cuánto tiempo le toma a un trabajador instalar 1 pie lineal del pasamanos.

La tasa productiva en unidades por hora-trabajo se calcula tomando el rendimiento diario y dividiéndolo entre las horas-trabajo de cuadrilla expendidas.

Unidades por Hora-Trabajo = Rendimiento Diario ÷ Horas-Trabajo de Cuadrilla Expendidas

Ejemplo: ¿cuántos pies de pasamanos se pueden completar en 1 hora-trabajo dado un rendimiento diario de 190 pie lineal/día?

Unidades por Hora-Trabajo = 190 pie lineal/día ÷ 32 Whr/día = 5.94 pie lineal

Los 5.94 pie lineal representan la longitud de pasamanos que un trabajador completará por hora. Este es otro método para expresar la productividad.

El total de horas-trabajo necesarias para completar una actividad de construcción se calcula multiplicando las horas-trabajo por unidad por la cantidad.

Total de Horas-Trabajo = (Horas-Trabajo por Unidad) × (Cantidades Planeadas)

Ejemplo: ¿cuántas horas-trabajo tomaría completar 1,500 pie lineal de pasamanos?

Total de Horas-Trabajo = 0.1682 Whr/pie lineal × 1,500 pie lineal = 252 Whr

El número total de días de cuadrilla requeridos para completar una actividad de construcción se calcula tomando la cantidad planeada a instalar y dividiéndola entre el rendimiento diario de la cuadrilla.

Número Total de Días de Cuadrilla = Cantidades Planeadas ÷ Rendimiento Diario

Ejemplo: ¿cuánto tiempo tomaría instalar 1,500 pie lineal de pasamanos?

Número Total de Días de Cuadrilla = 1,500 pie lineal ÷ 190 pie lineal/día = 7.89 días

Productividad del Equipo

El equipo de obra civil a menudo es el foco del análisis de productividad debido a la naturaleza repetitiva del trabajo y el alto costo del equipo. La siguiente sección proporciona instrucciones mediante ejemplos sobre cómo calcular la productividad de una pieza de equipo de obra civil.

Ejemplo: ¿cuántos camiones de volteo se necesitan para maximizar la productividad de una retroexcavadora de 3 yardas cúbicas (cy) que carga a una tasa de 150 cy/hr? Suponga que los camiones de volteo transportarán 12 cy/carga al sitio de disposición, que está a 3 millas de distancia. La velocidad promedio de los camiones es de 12 mph cargados y 22 mph vacíos. Toma 3 minutos descargar el camión.

Paso 1: Determinar el tiempo de ciclo del camión en horas.

Categoría (cálculo)	Tiempo (hr)
Carga (camión de 12-cy/retroexcavadora de 150-cy)	0.08
Transporte (3 millas/12 mph cargado)	0.25
Descarga (3 minutos/60 minutos/hr)	0.05
Regreso (3 millas/22 mph vacío)	0.14
Total	0.52

Paso 2: Determinar el número de viajes redondos por hora para un camión.

Viajes por hora para 1 camión = $1 \text{ viaje} \div 0.52 \text{ hr} = 1.92 \text{ viajes/hr}$

Paso 3: Determinar el número de camiones de volteo necesarios.

$150 \text{ cy/hr} = 1.92 \text{ viajes/hr} \times 12 \text{ cy/viaje} \times \text{camiones}$; camiones = 6.5, redondeado a 7 camiones

PREGUNTAS DE ESTUDIO – ESTIMADOS

- ¿Qué tipo de estimado es más apropiado cuando los documentos contractuales están 100 % completos? A. estimado detallado B. estimado de índices de costo C. estimado paramétrico D. estimado conceptual
- Usando los costos por pie cuadrado de la Figura 5-1, ¿cuánto costaría una oficina postal de 6,500 pie²? A. \$484,575 B. \$617,630 C. \$660,055 D. \$689,585
- ¿Qué pasaría con el costo total del edificio descrito en la Figura 5-2 si la fachada de ladrillo representara el 60 % y las ventanas el 40 % de la envolvente del edificio en lugar de 80 % y 20 %? A. El costo disminuiría \$780,900. B. El costo disminuiría \$334,650. C. El costo aumentaría \$334,650. D. El costo aumentaría \$780,900.
- Usando la Figura 5-3, ¿cuánto costaría un banco que costó \$500,000 en Clemson, Carolina del Sur, en 2012, si se construyera en 2015 en Provo, Utah? A. \$367,155 B. \$628,947 C. \$680,912 D. \$889,685
- ¿Cuántos días de cuadrilla tomaría instalar 1,500 yardas cuadradas de alfombra si la cuadrilla de dos personas puede instalar 500 yardas cuadradas/día? A. 1.25 días B. 2.25 días C. 3.00 días D. 4.35 días

LEVANTAMIENTO DE CANTIDADES

Los levantamientos de cantidades (quantity takeoffs) son el proceso de determinar la cantidad de material que se usará en un proyecto. Es la parte más tediosa y que más tiempo consume del proceso de estimación; sin embargo, es esencial porque las cantidades de material se usan para determinar los costos de mano de obra y equipo, así como las duraciones de las actividades. Las unidades de medida para los materiales de construcción comunes se proporcionan en la Figura 5-4.

Figura 5-4 Unidades de Medida para Materiales Comunes

Material	Unidad de Medida
Concreto	Yarda cúbica

Cimbra (formwork)	Pie cuadrado de área de contacto
Varilla (rebar)	Tonelada o pie lineal
Ladrillo/Bloque	Pie cuadrado
Acero estructural	Tonelada, pie lineal, o cada uno
Entramado (madera)	Pie tabla
Entramado (metal)	Pie lineal
Techado	Cuadro (100 pie ²)
Puertas/Ventanas	Cada una
Storefront/Muro cortina	Pie cuadrado
Alfombra	Yarda cuadrada
Loseta/VCT/Linóleo	Pie cuadrado
Plafón acústico (ACT)	Pie cuadrado
Tablaroca	Pie cuadrado
Especialidades	Cada una
Ductos	Libra
Tubería/Conduit	Pie lineal

FÓRMULAS BÁSICAS

Los levantamientos de cantidades típicamente toman la longitud, área, perímetro o volumen de los componentes del edificio. El proceso de QTO es una extensión práctica de la geometría básica. Las fórmulas de la Figura 5-5 son esenciales al completar QTOs.

Figura 5-5 Fórmulas Básicas

Figura	Perímetro	Área
Cuadrado	$4 \times \text{lado}$	lado^2
Rectángulo	$2 \times (\text{largo} + \text{ancho})$	$\text{largo} \times \text{ancho}$
Círculo	$2 \times \pi \times \text{radio}$	$\pi \times \text{radio}^2$
Triángulo	—	$\text{base} \times \text{altura} \div 2$
Trapezio	—	$\text{altura} \times (\text{base1} + \text{base2}) \div 2$
Elipse	—	$\pi \times \text{radio1} \times \text{radio2}$
Figura	Volumen	
Cubo	lado^3	
Cilindro	$\pi \times \text{radio}^2 \times \text{altura}$	
Trapezio (prisma)	$\text{altura} \times (\text{ancho1} + \text{ancho2}) \div 2 \times (\text{base1} + \text{base2}) \div 2$	

Lados de un triángulo rectángulo: lado a^2 + lado b^2 = hipotenusa c^2

EXCAVACIÓN

Un QTO común es la excavación de movimiento de tierras. Este levantamiento es un poco más complicado que otros porque el volumen del movimiento de tierras cambia dependiendo de cuánto esté compactado. El suelo en su estado natural se denomina banco (bank). La unidad de medida para el suelo es la yarda cúbica, por lo que se usa yarda cúbica en banco (Bcy). El suelo que ha sido compactado se denomina suelo compactado (Ccy), y el suelo que ha sido perturbado del banco, como cuando se excava, se denomina suelo (Lcy). Se proporciona un factor de esponjamiento o contracción para determinar cuánto se compacta o se afloja el suelo. Siga los pasos a continuación para determinar el volumen de suelo removido y depositado.

Paso 1: Determinar el volumen en banco (Bcy) de la excavación. Típicamente se usará la fórmula del trapecio porque los lados de la excavación estarán inclinados.

Paso 2: Determinar el volumen suelo (Lcy) multiplicando el volumen en banco por el factor de esponjamiento. El volumen suelo se usará al calcular cuántos camiones de volteo se necesitan, porque transportan el suelo suelo perturbado (no el suelo en banco ni compactado).

Ejemplo: ¿cuál es el volumen de suelo suelo si el volumen en banco es 2,000 Bcy y el factor de esponjamiento es 30 %?

2,000 Bcy $\times$ 1.30 = 2,600 Lcy (observe que se añadió un 1 al factor de esponjamiento, de modo que fuera el volumen adicional al banco)

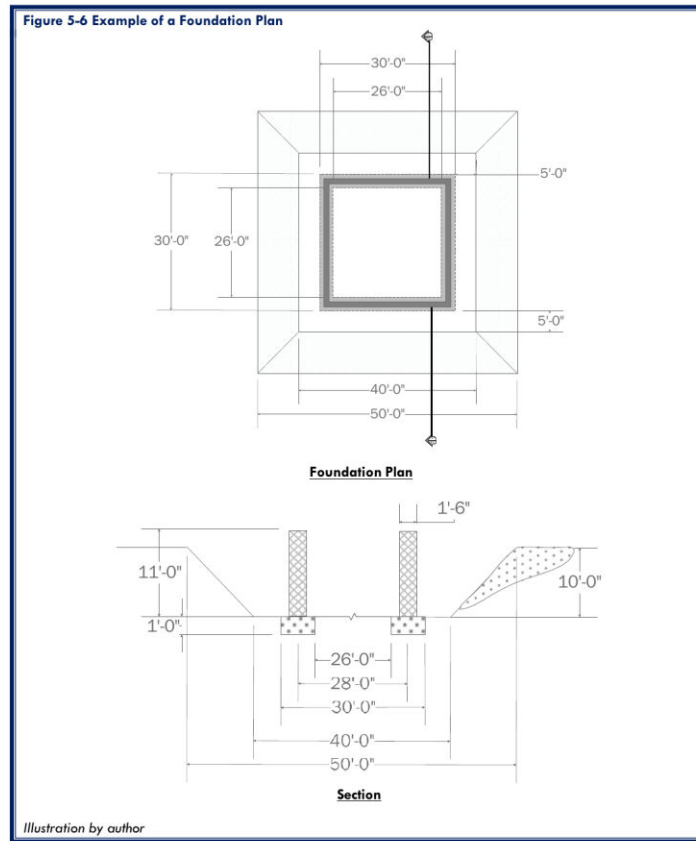
Paso 3: Determinar el suelo compactado (Ccy) dividiendo el volumen en banco entre el factor de contracción.

Ejemplo: ¿cuánto suelo en banco se necesita si necesita elevar la plataforma del edificio con 3,000 Ccy? Suponga que el factor de compactación es 90 %.

3,000 Ccy $\div$ 0.90 = 3,333 Bcy

Ejemplo: ¿cuánto suelo debe ser transportado fuera de la excavación mostrada en la Figura 5-6, suponiendo que el mismo suelo puede usarse para rellenar fuera de los muros de cimentación? Suponga un factor de esponjamiento de 25 % y un factor de compactación de 85 %.

Figura 5-6 Ejemplo de un Plano de Cimentación



RA

CAC EXAM: STUDY GUIDE

Ilustración del autor.

1) Resolver el volumen de la excavación tomando el ancho de la excavación a media altura, multiplicándolo por la longitud de la excavación a media altura, y luego multiplicándolo por la profundidad.

$$\text{Excavación} = ((40 \text{ ft} + 50 \text{ ft}) \div 2) \times ((40 \text{ ft} + 50 \text{ ft}) \div 2) \times 10 \text{ ft} = 20,250 \text{ pie}^3 \text{ o } 750 \text{ cy}$$

2) Resolver el volumen necesario para rellenar fuera de los muros de cimentación, tomando la excavación total y restando el espacio de cimentación que no se rellenará.

$$\text{Relleno} = 20,250 \text{ pie}^3 - (29.5 \text{ ft} \times 29.5 \text{ ft} \times 10 \text{ ft}) = 11,547 \text{ Bcft o } 428 \text{ Bcy (la longitud se determinó por la línea de centro de 28 ft + el ancho del muro)}$$

3) Determinar cuánto suelo compactado se necesita dividiendo el volumen en banco entre el factor de compactación.

$$428 \text{ cy} \div 0.85 = 504 \text{ Bcy}$$

4) Determinar cuánto suelo debe transportarse fuera, restando las yardas cúbicas en banco que fueron compactadas del volumen total de la excavación y multiplicándolo por el factor de esponjamiento.

$$(750 \text{ Bcy} - 504 \text{ Bcy}) \times 1.25 = 308 \text{ Lcy}$$

Para más información, consulte a Dagostino & Peterson en la lista de referencias.

CIMBRA (FORMWORK)

A menos que el concreto sea formado contra el terreno (earth formed), se necesitará algún tipo de cimbra para colocar el concreto. Existen muchos tipos de cimbra disponibles, pero la mayoría se levanta por pie cuadrado de área de contacto. Contacto se refiere a estar en contacto con el concreto. Es importante observar que la cimbra a menudo está en múltiples lados del concreto. Las vigas de amarre (tie beams), por ejemplo, requerirán cimbra en ambos lados del muro pero no en la parte inferior. Una viga suspendida, sin embargo, requerirá cimbra en todos los lados, los extremos y la parte inferior. Comprender la colocación del concreto es fundamental al levantar cantidades de cimbra.

Ejemplo: ¿cuántos pies cuadrados de cimbra se requieren para los muros de cimentación mostrados en la Figura 5-6?

1) *Determinar la longitud del muro de cimentación. Observe que la longitud de la cimbra interior será menor que la cimbra exterior. Con cualquiera de los métodos, el valor es 224 ft de cimbra.*

$$\text{Longitud} = ((29.5 \text{ ft} + 26.5 \text{ ft}) \div 2) \times 4 \times 2 = 224 \text{ ft}$$

2) *Determinar los pies cuadrados de área de contacto multiplicando la longitud de la cimbra por la altura.*

$$224 \text{ ft} \times 11 \text{ ft} = 2,464 \text{ pie}^2 \text{ de área de contacto}$$

Para más información, consulte a Dagostino & Peterson en la lista de referencias.

CONCRETO

El concreto se levanta de manera muy similar al suelo, porque el proceso es básicamente un ejercicio de geometría para determinar el volumen de los elementos levantados en yardas cúbicas. Los levantamientos de concreto son un grado más simples porque el concreto no se compacta ni se esponja, por lo que los factores de compactación y contracción no son aplicables. Sin embargo, existen muchos tipos de concreto, y los levantamientos de cada tipo deben mantenerse separados.

Ejemplo: ¿cuántas yardas cúbicas de concreto se necesitan para los muros de cimentación sobre las zapatas mostradas en la Figura 5-6?

1) *Determinar el volumen de concreto en pies cúbicos determinando primero la longitud del muro de cimentación continuo. Longitud = 28 ft × 4 = 112 ft*

2) *Determinar el volumen de concreto en yardas cúbicas multiplicando la longitud por la altura por el ancho, y luego dividiendo entre 27 para convertir de pies cúbicos a yardas cúbicas.*

$$\text{Concreto necesario} = 112 \text{ ft} \times 11 \text{ ft} \times 1.5 \text{ ft} \div 27 = 68.4 \text{ cy}$$

Para más información, consulte a Dagostino & Peterson en la lista de referencias.

VARILLA (REBAR)

En casi todos los casos, el concreto estructural contiene barras de refuerzo, o varilla (rebar). La varilla proporciona resistencia a la tensión y al cortante, que el concreto no proporciona. La varilla se levanta por peso (100 libras o tonelada) o longitud (pies o 100 pies). La varilla puede pedirse en tamaños específicos cortados a la dimensión de zapatas, muros o losas individuales, o puede cortarse de piezas

largas en el sitio. La longitud de una sola varilla típicamente no es mayor a 20 ft porque el transporte se vuelve difícil para piezas más largas. Debido a que los elementos de concreto a menudo son más largos que 20 ft, la varilla debe empalmarse o solaparse (lap) para asegurar la continuidad. La longitud requerida del solape es una función de ingeniería y típicamente la proporciona el equipo de diseño en diámetros de barra (BD). Un diámetro de barra es el diámetro de una pieza de varilla. La varilla se dimensiona en incrementos de octavos de pulgada. Una varilla #1 tiene 1/8 in. de diámetro, y una varilla #5 tiene 5/8 in. La varilla en 24 BD y 30 BD se requiere muy comúnmente. Otro concepto importante sobre la varilla es que requiere cierta cantidad de cobertura de concreto para protegerla de los elementos. Típicamente, la cobertura de concreto es de 2 in. a 3 in., lo cual protege al concreto de la humedad y las sales que pueden causar que la varilla se oxide y el concreto se desprenda (spall).

Figura 5-7 Cuadro de Concreto

Tipo de Zapata	Ancho	Profundidad	Longitud	Solape de Varilla	Refuerzo
Muro de cimentación	1'-6"	11'-0"	continuo	48 BD	Varilla #5 @ 12" horizontal y #4 @ 16" vertical, cobertura 3"
Zapata continua	4'-0"	1'-0"	continuo	30 BD	4 varillas #5 continuas, cobertura 3"

Para más información, consulte a Dagostino & Peterson en la lista de referencias.

CARPINTERÍA EN BRUTO (ROUGH CARPENTRY)

La carpintería en bruto incluye el entramado de madera, armaduras, viguetas y entablado. Existen muchísimos tipos de elementos de entramado que varían en tamaño, longitud, especie de madera y tipos de conexión. A menudo se usan correas de acero, conexiones y amarres además de clavos para conectar elementos estructurales de madera. La carpintería puede levantarse por pie lineal de elementos individuales o, a menudo, por pie tabla. Un pie tabla es un volumen de madera equivalente a una pieza de madera de 12 in. de ancho × 1 in. de profundidad × 1 ft de longitud.

Pies Tabla = (Ancho Nominal (in.) × Profundidad Nominal (in.) ÷ 12 in.) × longitud (ft)

Ejemplo: suponga que tiene un muro entramado de madera de 20 ft de largo con montantes de 9 ft espaciados a 16 in. entre centros. Determine cuántos pies tabla de madera deben pedirse, suponiendo que los montantes son nominalmente de 2 in. × 4 in.

1) Primero determinar el número total de longitud de material de montante que debe pedirse. Longitud de Montantes = $(20 \text{ ft de longitud} \div 1.333 \text{ ft de espaciamento}) + 1 \times 9 \text{ ft} = 16 \times 9 \text{ ft} = 144 \text{ ft}$

2) Determinar el número de pies tabla requeridos. Pies Tabla = $(2 \text{ in.} \times 4 \text{ in.} \div 12 \text{ in.}) \times 144 \text{ ft} = 96$

Para más información, consulte a Dagostino & Peterson en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – LEVANTAMIENTO DE CANTIDADES

12. La alfombra típicamente se levanta por ¿cuál unidad de medida? A. pie cuadrado B. yarda cuadrada C. cuadro (square) D. yarda cúbica
13. ¿Cuántas cargas de camión de volteo de 7-cy se necesitan para remover 350 Bcy de suelo, suponiendo un factor de esponjamiento de 15 %? A. 53 B. 58 C. 59 D. 412

14. ¿Cuántas yardas cúbicas en banco de suelo se necesitarían para rellenar una excavación que requiere 45 Ccy de relleno, suponiendo un factor de compactación del 88 %? A. 39.6 B. 40.5 C. 50.4 D. 51.1
15. Suponiendo que las zapatas mostradas en la Figura 5-6 fueron formadas a lo largo de los lados (no el fondo), ¿cuánta cimbra se requeriría? A. 9 pie² B. 112 pie² C. 224 pie² D. 448 pie²
16. ¿Cuánto concreto se necesita para la zapata mostrada en la Figura 5-6? A. 0.3 cy B. 4.2 cy C. 8.3 cy D. 16.6 cy
17. ¿Cuánta varilla debe pedirse para la zapata mostrada en las Figuras 5-6 y 5-7? Suponga que la varilla viene en longitudes de 20 ft. A. 125 pie lineal B. 224 pie lineal C. 500 pie lineal D. 548 pie lineal
18. ¿Cuántos pies tabla son 200 pie lineal de montantes de madera de 2 in. × 6 in.? A. 12 bft B. 138 bft C. 200 bft D. 2,400 bft
19. Una estructura es un techo a cuatro aguas (hip) con intersección, con dimensiones exteriores del techo principal de 73 ft de largo y 30 ft de ancho. La porción de intersección se extiende 20 ft más allá del lado de 30 ft, y la porción de intersección tiene 20 ft de ancho. El alero es de 2 ft 6 in. y la pendiente es 5:12. Las viguetas (rafters) están a 16 in. entre centros. Con base en la información proporcionada, ¿cuál es la longitud total de las viguetas comunes en pies lineales? A. 13.00 B. 17.50 C. 18.90 D. 35.00
20. Usando la información de la pregunta anterior, ¿cuál es el número total de viguetas comunes requeridas para el techo? A. 55 B. 72 C. 112 D. 146

RESPUESTAS – CAPÍTULO 5

Proceso de adquisición y licitación: 1. B 2. B 3. A 4. D 5. B 6. C

Estimados: 1. A 2. B ($6,500 \times 95.02 = \$617,630$) 3. C ($((25,000 \times 0.6 \times 4.46) + (25,000 \times 0.4 \times 71.4) - (89,250 + 357,000)) = \$334,650$) 4. C ($((500,000 \times 47.8) / 35.1 = \$680,912)$) 5. C ($1,500 / 500 = 3.00$ días)

Levantamiento de cantidades: 1. B 2. B ($350 \times 1.15 / 7 = 57.5 \rightarrow 58$) 3. D ($45 / .88 = 51.1$ Ccy) 4. C ($((30 \times 4) + (4 \times 26)) = 224$ pie²) 5. D ($((28 \times 4) \times 1 \times 4 / 27 = 16.6$ cy) 6. C (longitud efectiva = $20 - ((5/8) \times 30) / 12 = 18.44$ ft; total de corridas = $28 \times 4 \times 4 = 448$ ft; $448 / 18.44 = 25$ varillas; $25 \times 20 = 500$ pie lineal) 7. C ($2 \times 6 \times 200 / 12 = 200$) 8. C ($((15 \text{ ft} + 2.5 \text{ ft}) \times 1.08 = 18.9$) 9. D (principal = $73 / 1.3 = 55 + 1 = 56$; $56 \times 2 = 112$; extensión = $20 / 1.3 = 16 + 1 = 17$; $17 \times 2 = 34$; $112 + 34 = 146$)

CAPÍTULO 6

PRESUPUESTOS, COSTOS Y CONTROL DE COSTOS



Contenido del capítulo: Presupuestos (92) · Control de Costos (93) · Finalización de Costos (99)

CAPÍTULO 6 ► PRESUPUESTOS, COSTOS Y CONTROL DE COSTOS

PRESUPUESTOS

DEL ESTIMADO AL PRESUPUESTO

Durante la etapa de estimación, la intención es desarrollar el costo final del proyecto. El estimado proporciona la cantidad máxima de costo que un proyecto puede incurrir antes de comenzar a erosionar la utilidad del contratista. En el desarrollo del estimado se usan costos de subcontratistas en suma global, estimados por pie cuadrado y asignaciones (allowances). El estimado desarrollado durante la preconstrucción típicamente se reconvierte en un presupuesto por parte del equipo de gestión de proyecto. Los elementos de costo en suma global, los estimados por pie cuadrado y las asignaciones se desglosan en costos de mano de obra, material, equipo y subcontratista, y se les asigna un código de costo. Cada código de costo es una porción pequeña y manejable del presupuesto general.

Para más información, consulte a Pierce y a Halpin & Senior en la lista de referencias.

Códigos de Costo

La mayoría de los proyectos de construcción grandes tendrán cientos, si no es que miles, de códigos de costo. Las empresas pueden tener una estructura única para sus códigos de costo, pero típicamente se alinean estrechamente con las divisiones del CSI. A continuación se muestra una estructura de códigos de costo de ejemplo:

- 031.000 Cimbra de concreto
- 031.1200 Losas sobre el terreno
 - 031.1210 Banquetas
 - 031.1220 Escaleras sobre el terreno
 - 031.1230 Bordillo/cuneta exterior
 - 031.1240 Pavimentación de concreto
 - 031.1250 Acabados especiales

La mayoría de las estructuras de códigos de costo de las empresas también desglosarán los costos de mano de obra, material, equipo y subcontratista. La mano de obra es especialmente importante de gestionar porque a menudo es un costo significativo y puede sobrepasar un presupuesto rápidamente. A continuación se muestra un ejemplo de este desglose:

- 031.1210 Banquetas
 - 031.1210.1000 Mano de obra de banquetas
 - 031.1210.2000 Material de banquetas
 - 031.1210.3000 Equipo de banquetas
 - 031.1210.4000 Subcontratista de banquetas

En este ejemplo, 1000, 2000, 3000 y 4000 representan los códigos de costo de mano de obra, material, equipo y subcontratista, respectivamente. Los costos de mano de obra, material, equipo y subcontratista del estimado pueden importarse directamente al presupuesto con los códigos de costo apropiados. Este proceso comúnmente se denomina “el vaciado” (the dump), porque el estimado se

vacía en el presupuesto del proyecto. Sin embargo, muchos costos incluidos en los estimados no están desglosados. Por ejemplo, el estimador puede haber cotizado la autoejecución de la banqueta con un simple valor de \$5.00/pie cuadrado multiplicado por el levantamiento. En este ejemplo, el gerente de proyecto necesitará desglosar eso en mano de obra, material y equipo, y asignar dinero a los tres códigos de costo para gestionar el trabajo de manera efectiva.

Para más información, consulte a Pierce en la lista de referencias.

ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (WBS)

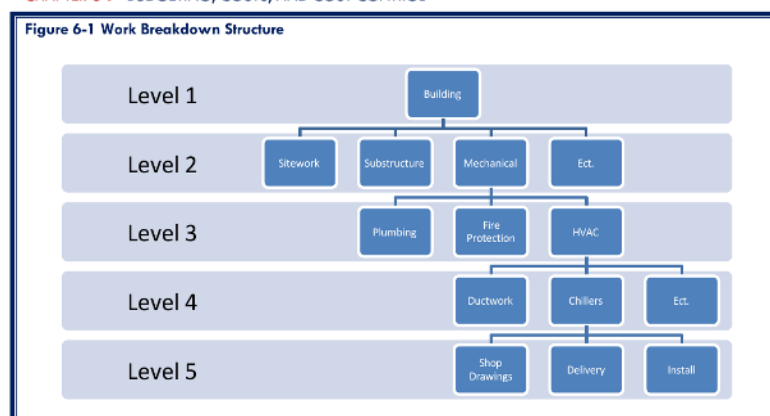
Una estructura de desglose del trabajo (WBS) es una jerarquía de tareas necesarias para completar el proyecto. Un WBS no secuencia el trabajo, sino que divide el proyecto en paquetes de trabajo manejables. Los paquetes de trabajo son los elementos fundamentales necesarios para completar el trabajo bajo contrato. Deben usarse cuatro principios rectores al desarrollar el WBS:

- No debe haber superposición de alcance entre los paquetes de trabajo.
- Cada paquete de trabajo debe tener una fecha definitiva de inicio y fin.
- No debe haber superposición de costos entre los paquetes de trabajo.
- Los paquetes de trabajo del desglose final deben estar en el nivel donde el avance pueda medirse con precisión.

La Figura 6-1 proporciona un ejemplo de una porción de un WBS. Observe cómo las actividades se vuelven cada vez más específicas. También es importante observar que las actividades no están en orden de finalización. El WBS no es un cronograma. En el ejemplo mostrado en la Figura 6-1, todos los paquetes de trabajo del nivel 5 (planos de taller, entrega e instalación) se incluirían en el paquete de trabajo del enfriador (chiller) mostrado en el nivel 4. Cuando se crea el WBS, se asigna a cada paquete de trabajo un costo presupuestado del trabajo programado.

Para más información, consulte a Halpin & Senior en la lista de referencias.

Figura 6-1 Estructura de Desglose del Trabajo



BUDGETING STUDY QUESTIONS

3. A work breakdown structure typically includes which of the following for each work package?

PREGUNTAS DE ESTUDIO – PRESUPUESTOS

21. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera sobre la estructura de códigos de costo de una empresa? A. típicamente se organiza alfabéticamente por descripción del artículo B. típicamente

se organiza por secuencia de instalación C. a menudo se organiza por división del CSI con adaptaciones de cada empresa D. es completamente única para cada empresa

22. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera sobre la estructura de desglose del trabajo? A. divide el trabajo en paquetes manejables B. es creada por el gerente de proyecto para organizar las actividades del equipo operativo C. se crea al final del proyecto para finalizar y categorizar los costos D. está organizada por secuencia de instalación
23. Una estructura de desglose del trabajo típicamente incluye ¿cuál de los siguientes elementos para cada paquete de trabajo? A. costo presupuestado del trabajo programado B. costo real del trabajo realizado C. costo presupuestado del trabajo realizado D. valor ganado

CONTROL DE COSTOS

EL INFORME DE COSTO DE MANO DE OBRA

El informe de costo de mano de obra se usa para comparar los costos reales de mano de obra con los costos presupuestados de mano de obra y proyectar el costo final de cada actividad. Los costos presupuestados de mano de obra se obtienen del estimado creado durante la preconstrucción. Los costos reales de mano de obra se obtienen de los informes de mano de obra y del libro mayor detallado de costos del proyecto. Aunque en este ejemplo se reporta la mano de obra, este tipo de informe también podría usarse para rastrear costos de equipo y material.

Se proporciona un ejemplo de Informe de Costo de Mano de Obra en la Figura 6-2. La siguiente lista explica las columnas mostradas en el informe de ejemplo.

Código de Costo

Los códigos de costo son porciones pequeñas y manejables del trabajo, típicamente categorizadas por división del CSI. En este ejemplo, el código de costo 035300.1000 se usa para las formas de muro de concreto.

Descripción

Una descripción breve y sencilla del código de costo.

Cantidades

- *Cantidades presupuestadas:* esta columna indica el número estimado de unidades necesarias para completar la actividad. En este ejemplo, se necesitan 1,120 pie² de formas de muro.
- *Semana:* este es el número de unidades completadas durante la semana actual.
- *A la fecha:* este es el total de unidades colocadas a la fecha. Se calcula sumando la cantidad de la semana actual a las cantidades a la fecha de la semana anterior. 60 pie² + 64 pie² (semana anterior no mostrada) = 124 pie²

Unidad

La unidad es la unidad de medida del código de costo. En este ejemplo, es pie cuadrado de área de contacto de la cimbra.

Costos Expendidos

- *Semana:* estos son los costos incurridos por nómina y prestaciones, y todos los demás costos asociados con la mano de obra de este código de costo durante la semana actual. Esta información se obtiene de los informes de distribución de mano de obra, más frecuentemente del departamento de contabilidad o del software de gestión de proyectos. En este ejemplo, el departamento de contabilidad ha reportado que se han gastado \$74 esta semana.
- *A la fecha:* estos son todos los costos de mano de obra incurridos para este código de costo desde el inicio del proyecto. Se calcula sumando el costo gastado de la semana actual a los costos gastados a la fecha de la semana anterior. En este ejemplo, el departamento de contabilidad ha reportado que se han gastado \$179 a la fecha.

Total del Presupuesto

Este es el costo total presupuestado para el código de costo y se obtiene del libro mayor del estimado. En este ejemplo, durante la preconstrucción se estimó que las formas de muro costarían \$3,595.

Costo Unitario

- *Presupuesto:* el costo unitario presupuestado es cuánto se presupuestó que costaría una unidad de trabajo. Se calcula dividiendo el total del presupuesto entre las cantidades presupuestadas. $\$3,595/1,120 \text{ pie}^2 = \$3.21/\text{pie}^2$
- *Semana:* el costo unitario semanal es cuánto costó una unidad de trabajo completada durante la semana actual. Se calcula dividiendo el costo gastado semanal entre las cantidades colocadas semanalmente. $\$74/60 \text{ pie}^2 = \$1.23/\text{pie}^2$
- *A la fecha:* el costo unitario a la fecha es cuánto ha costado por unidad todo el trabajo completado hasta ahora. Se calcula dividiendo el costo gastado a la fecha entre las cantidades colocadas a la fecha. $\$179/124 \text{ pie}^2 = \$1.44/\text{pie}^2$

Proyectado

- *Finalización:* el costo de mano de obra proyectado al finalizar es un pronóstico de cuál se espera que sea el costo total de mano de obra cuando las cantidades estimadas estén 100 % colocadas. Usando el método de proyección lineal, el costo de mano de obra proyectado al finalizar se calcula multiplicando los costos unitarios a la fecha por las cantidades presupuestadas. $1,120 \text{ pie}^2 \times \$1.44/\text{pie}^2 = \$1,613$
- *Ganancia/Pérdida:* esta columna muestra si se espera que el contratista complete la actividad por encima o por debajo del presupuesto. La ganancia o pérdida se calcula restando la finalización proyectada del total del presupuesto. En este ejemplo, el total del presupuesto de \$3,595 se resta del costo de finalización proyectado de \$1,613 para una ganancia (bajo presupuesto) de \$1,982. $\$3,595 - \$1,613 = \$1,982$

Figura 6-2 Ejemplo de un Informe de Costo de Mano de Obra

The unit is the unit of measure for the cost code. In this example, it is square feet of contact area of formwork.

Expended Costs

- Week: This is the costs incurred from payroll and fringe and all other costs associated with

calculated by dividing the budget total by the budget quantities.

$$\$3,595 / 1,120 \text{ sq ft} = \$3.21 / \text{sq ft}$$

Figure 6-2 Example of a Labor Cost Report

EL INFORME RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO

El Informe Resumen de Costos del Proyecto puede ser el informe más valioso porque resume todos los costos reales y proyectados del proyecto por código de costo y los compara con el presupuesto. El costo proyectado comparado con el costo presupuestado muestra la predicción más reciente de una utilidad o pérdida para el proyecto en general. Este informe destaca a la gerencia elementos de trabajo específicos que deben examinarse de cerca para minimizar pérdidas. Si se usa correctamente, el resumen de costos del proyecto puede usarse para implementar acciones correctivas antes de que los costos se salgan de control. Comúnmente, este informe es revisado por el gerente de proyecto y su supervisor al menos una vez al mes.

Se proporciona un ejemplo de Informe Resumen de Costos del Proyecto en la Figura 6-3. La siguiente lista explica las columnas mostradas en el informe de ejemplo.

Presupuesto Original

La columna de presupuesto original refleja los costos desarrollados durante la preconstrucción para el costo total del proyecto. Cada código de costo divide el presupuesto original en elementos de costo manejables.

Cambios de Alcance

La columna de cambios de alcance refleja los cambios en el presupuesto a través de órdenes de cambio.

Figura 6-3 Ejemplo de un Resumen de Costos del Proyecto

Every week, the estimator must monitor the contractor is expected to complete the activity over or under budget. The gain or loss is calculated by subtracting the projected completion from budget total. In this example, the budget total of \$3,595 is subtracted from the projected completion cost of \$1,613 for a gain (under budget) of \$1,982.

$$\$3,595 - \$1,613 = \$1,982$$

The scope change column reflects changes in the budget through change orders.

Presupuesto Revisado

El presupuesto revisado es el presupuesto actual, incluyendo todas las órdenes de cambio. Se calcula sumando el presupuesto original a la columna de cambios de alcance. $\$2,710 + \$2,296 = \$5,006$

Expendido

- *Periodo:* esta columna refleja el costo del código de costo específico durante el periodo actual, que más frecuentemente es un mes.
- *A la fecha:* este es todo el costo del código de costo específico desde que comenzó el proyecto.

Costo Comprometido

El costo comprometido incluye elementos de costo que el contratista aún no ha pagado, pero que tiene contrato u orden de compra que lo compromete a pagar en algún momento futuro. El software y los informes de contabilidad varían, pero en teoría, a medida que se pagan los subcontratos y órdenes de compra, el costo comprometido disminuye y el costo expendido aumenta.

Costos Totales Expendidos

Los costos totales expendidos son los costos expendidos a la fecha más los costos comprometidos. Esta columna básicamente le indica al gerente de proyecto lo que ha gastado o se ha comprometido a gastar mediante contrato a la fecha. $\$1,500 + \$461 = \$1,961$

Costo Proyectado Actual

El costo proyectado actual es quizás la parte más difícil de calcular, pero la más importante del informe. Esta columna indica lo que el gerente de proyecto espera gastar en cada código de costo al final del proyecto. A continuación se presentan tres formas comunes de calcular los costos proyectados:

- *Usando el método de proyección lineal* donde el costo unitario a la fecha se multiplica por las cantidades presupuestadas: esto se usa comúnmente con trabajo autoejecutado donde las tasas de producción de mano de obra y las cantidades están disponibles.
- *Usando la columna de costo total expendido* como el costo proyectado actual: esto se usa comúnmente con códigos de costo de subcontrato donde están contratados por todo el alcance y riesgo asociado con ese código de costo.
- *Usando la columna de presupuesto revisado* como el costo proyectado actual: se usa más a menudo al inicio del proyecto, cuando se ha logrado poca productividad o avance para indicar un cambio respecto a lo presupuestado.

Ganancia/Pérdida Proyectada

Esto es cuánto se espera que cada código de costo esté por encima o por debajo del presupuesto. Es la diferencia entre el presupuesto revisado y los costos proyectados actuales. $\$5,006 - \$3,395 = \$1,611$

Véanse las Figuras 6-4 y 6-5 para mayor aclaración y descripción de los cálculos.

Figura 6-4 Ejemplo de un Informe de Costo de Mano de Obra con Ilustración

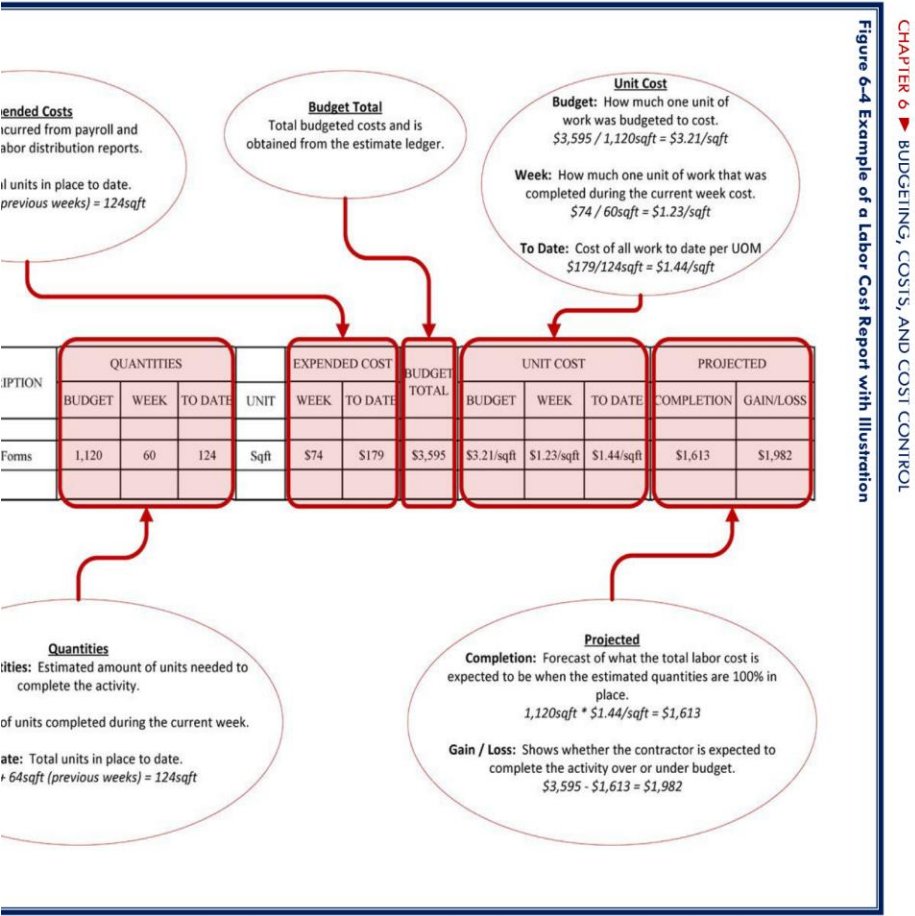
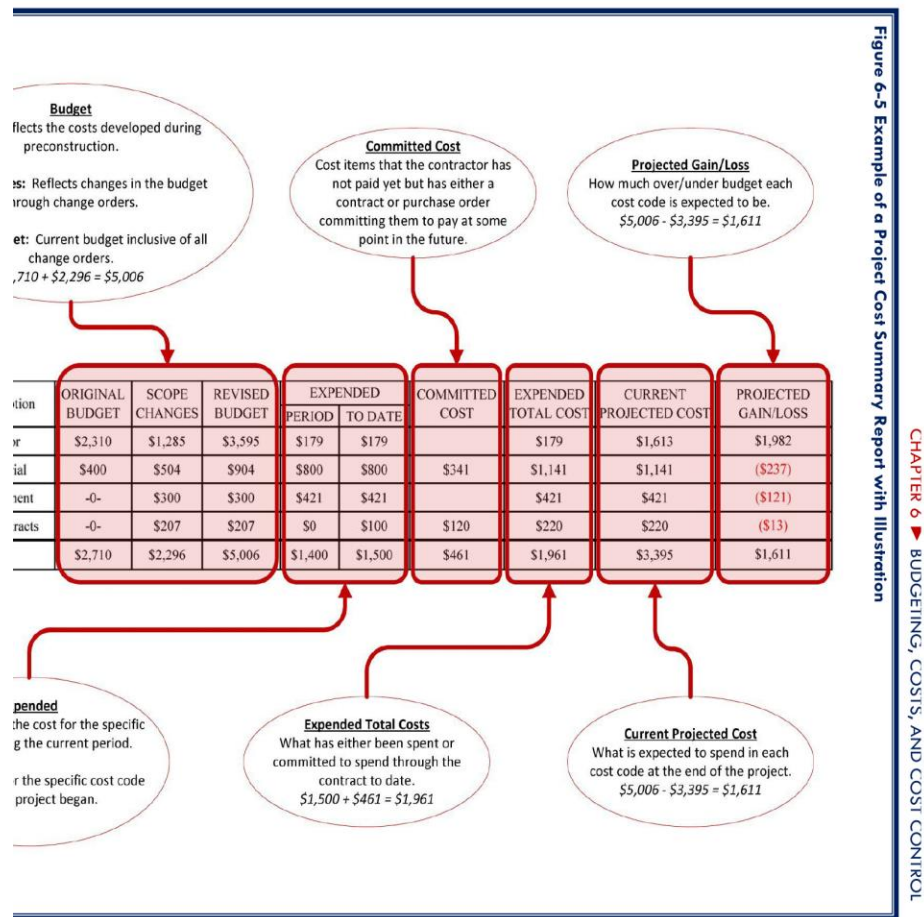


Figura 6-5 Ejemplo de un Informe Resumen de Costos del Proyecto con Ilustración



PREGUNTAS DE ESTUDIO – CONTROL DE COSTOS

24. Usando la Figura 6-2, ¿cuáles son los costos proyectados de finalización si las cantidades a la fecha cambiaran de 124 a 150 y los costos expendidos a la fecha cambiaran de \$179 a \$225? A. \$1,680 B. \$2,199 C. \$2,224 D. \$3,222
25. Usando la Figura 6-3, ¿cuál sería la ganancia/pérdida proyectada esperada para el código de costo 035300.4000-Subcontratos, suponiendo que el propietario aprobó una orden de cambio de \$100 y que el 100 % de la orden de cambio correspondía a costos de subcontratista? A. (\$113) Pérdida B. (\$13) Pérdida C. \$0 D. \$113 Ganancia

FINALIZACIÓN DE COSTOS

PAGOS DE AVANCE

Los contratistas y gerentes de construcción son reembolsados por sus servicios a medida que se completa el trabajo, según un cronograma de pago previamente acordado. Para la construcción comercial, es más común que los contratistas reciban pago mensualmente, y en la construcción residencial es común un cronograma de pago quincenal. Al inicio del proyecto, el contratista desarrolla

un cronograma de valores (SOV), que luego es aprobado por el propietario y/o el diseñador. El SOV incluye los componentes principales del edificio y un valor asignado a cada elemento. El contratista a menudo usa el WBS para desarrollar el cronograma de valores.

Al final de cada periodo de pago, el contratista presenta una solicitud de pago basada en el SOV y la cantidad estimada de trabajo completado. Típicamente, el arquitecto y el propietario deben revisar y aprobar la solicitud de pago antes de liberar el pago. Si están de acuerdo con la cantidad de trabajo facturado, aprueban la solicitud de pago, y se envía al departamento de contabilidad del propietario.

Sin embargo, a menudo hay disputas sobre la cantidad de trabajo que se reclama como completado. Cuando surge este tipo de situación, lo mejor es notificar al contratista inmediatamente y darle la oportunidad de corregir el problema por sí mismo. A veces esto no es práctico. Es una buena práctica revisar en persona una copia preliminar (pencil copy) de la solicitud y acordar el trabajo completado antes de que la solicitud se presente formalmente. También es buena práctica que el SOV esté desglosado con suficiente detalle para que todas las partes se sientan cómodas de que están autorizando el pago solo por el trabajo que se ha completado. Un ejemplo de un conflicto potencial es cuando los contratistas solicitan el pago por planos de taller, costos de movilización, o materiales almacenados fuera del sitio. Los diseñadores y propietarios pueden ser reacios a pagar por estos elementos porque están fuera de la vista. Sin embargo, si se discute con anticipación, se pueden hacer arreglos para que el propietario se sienta cómodo pagando por estos elementos si se cumplen ciertas condiciones, como documentación, facturas de venta o almacenamiento asegurado. Los esfuerzos realizados para discutir y desglosar apropiadamente el SOV se recompensarán durante todo el proyecto.

Para más información, consulte a Halpin & Senior en la lista de referencias.

Cronograma con Carga de Costos (Cost Loaded Schedule)

Los cronogramas con carga de costos son cronogramas que tienen el costo del trabajo desglosado y vinculado a las actividades del cronograma del proyecto. Los costos asociados con las actividades programadas típicamente incluyen el costo del trabajo más las condiciones generales, gastos generales y utilidad del contratista. Los cronogramas con carga de costos a menudo se usan para pagos de avance. También pueden usarse por el contratista para mostrar el flujo de efectivo cuando se compara el cronograma base con el cronograma más actualizado que refleja el trabajo realmente colocado.

Retención (Retainage)

Una práctica común es retener un porcentaje del pago de avance del contratista como incentivo para que el contratista complete el proyecto. El porcentaje retenido de las facturaciones se llama retención (retainage). La retención típicamente se libera una vez que el contrato está sustancialmente completo. La retención ofrece dos beneficios al propietario. Primero, retener la retención incentiva al contratista a terminar el proyecto y completar todas las actividades finales que pueden no tener un alto valor en dólares pero que son esenciales para permitir que el propietario use el edificio. Segundo, la retención también crea un fondo de dinero que el propietario puede usar en caso de que el contratista no cumpla con sus obligaciones contractuales y se use otro contratista para completar el trabajo. Típicamente se retiene un 10 % de retención; sin embargo, el porcentaje a menudo se reduce a medida que el proyecto se completa. Por ejemplo, una vez que el proyecto está 50 % completo, el propietario puede reducir la retención al 5 % para corresponder al riesgo reducido.

Sobrecarga al Inicio (Front End Loading)

La mayoría de los costos que incurren los contratistas, como salarios, equipo y materiales, deben pagarse antes de que reciban el pago del propietario. Como tal, los contratistas en conjunto están financiando el proyecto entre ciclos de facturación. Además de esto, se retiene la retención, lo que disminuye aún más el flujo de efectivo del contratista. Una técnica usada para aumentar el flujo de efectivo de los contratistas se llama sobrecarga al inicio (front end loading). Esta práctica sobrevalora los elementos que ocurren más temprano en el proyecto dentro del cronograma de valores. Esto esencialmente sobrefactura al propietario en las etapas iniciales del proyecto para ayudar a mejorar el flujo de efectivo del contratista. Esta práctica, aunque común, plantea serias cuestiones éticas y debe evitarse.

Cláusulas de Transferencia (Pass Through Clauses)

La mayoría de los proyectos de construcción tendrán un contratista general principal con subcontratistas bajo su responsabilidad. La mayoría de los subcontratos entre contratistas generales y subcontratistas incluirán cláusulas de transferencia, que esencialmente transfieren las obligaciones y restricciones del general al subcontratista. Esto se usa comúnmente con las solicitudes de pago, cuando un propietario puede recortar la solicitud de pago del contratista general, lo cual permite entonces que el general recorte el pago del subcontratista. Este tipo de cláusulas también vinculan el momento en que el general recibe el pago del propietario con el momento en que el general está obligado a pagar a los subcontratistas. Esta cláusula específica a menudo se denomina cláusula de “pago cuando se paga” (pay when paid).

MONTO FINAL DEL CONTRATO

Muy rara vez el precio inicial del proyecto es el mismo que el monto final del contrato. En la mayoría de los proyectos, sin importar el método de entrega, existen órdenes de cambio que ajustan el precio del contrato. Algunas órdenes de cambio provienen de discrepancias o vacíos de alcance en los documentos contractuales, pero otras provienen de cambios solicitados por el propietario, ahorros de impuestos sobre ventas mediante compra directa del propietario, ahorros compartidos mediante ingeniería de valor, u órdenes de cambio punitivas, como contracargos (back charges) o daños liquidados.

Contracargos (Back Charges)

Los contracargos son órdenes de cambio deductivas causadas como resultado de que un contratista cause costos adicionales a otro. Un ejemplo de un contracargo es una orden de cambio deductiva a un electricista por los costos de reparar la tablaroca porque se omitió una salida eléctrica. Cuando surge este tipo de situación, es mejor notificar al contratista inmediatamente y darle la oportunidad de corregir el problema por sí mismo. A veces esto no es práctico. En el ejemplo anterior, el electricista probablemente no haría el trabajo de tablaroca él mismo, o el contratista general puede sentir que no está calificado. Sin embargo, otras situaciones, como contracargar porque un contratista no limpió después de su trabajo, podrían generar complicaciones contractuales. Preguntas como si el contratista podría haberlo hecho él mismo de forma más económica, o si el problema fue completamente culpa de un contratista, pueden complicar la situación.

Daños Liquidados (Liquidated Damages)

Todos los proyectos de construcción estándar tienen un plazo de tiempo para su finalización. Los contratos proporcionarán un número de días o una fecha específica para completar. En cualquier caso, el contrato dicta un punto específico en el tiempo en el que el propietario puede tomar posesión del edificio y usarlo para su propósito previsto. Si el contratista no entrega el edificio al propietario en la

fecha acordada, el propietario puede tener una pérdida de ingresos esperados, costos que no pudo capitalizar, o sufrir daños de otras formas. Al final del proyecto, el propietario podría demandar al contratista por daños, pero para evitar este costoso proceso, a menudo se incluyen en el contrato cláusulas de daños liquidados. Las cláusulas de daños liquidados establecen una cantidad fija de daños que el contratista debe reembolsar al propietario por cada día de retraso. Los montos de daños liquidados no deben ser arbitrarios, sino basarse en los daños reales que se espera incurrir.

Para más información, consulte a Halpin & Senior en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – FINALIZACIÓN DE COSTOS

26. ¿Cuándo se les paga típicamente a los contratistas comerciales por parte del propietario? A. a medida que se reciben los costos B. semanalmente C. mensualmente D. una suma global al final del proyecto
27. ¿Cuál afirmación es verdadera sobre la sobrecarga al inicio de un cronograma de valores? A. es una práctica común aceptada por los propietarios B. aumenta el valor de las actividades al final del proyecto en el cronograma de valores para asegurar que el contratista las complete C. aumenta el valor de las actividades al inicio de un proyecto en el cronograma de valores para mejorar el flujo de efectivo del contratista D. típicamente se denota en un cronograma de valores, haciendo fácil identificar qué renglones están sobrecargados al inicio
28. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera sobre los daños liquidados? A. se determinan al final del trabajo con base en la pérdida real de ingresos B. se determinan al momento de firmar el contrato con base en las pérdidas estimadas del propietario C. un valor de suma global deducido del contrato si el contratista se retrasa D. se calcula por el número de días de retraso dividido entre la duración total del contrato y se expresa como porcentaje del costo total del trabajo

RESPUESTAS – CAPÍTULO 6

Presupuestos: 1. C 2. A 3. A

Control de costos: 1. A ($225/120=\$1.50/\text{pie}^2$; $1.5 \times 1,120=1,680$) 2. B ($((207+100)-(120+100))=(\$13)$; sin cambio)

Finalización de costos: 1. C 2. C 3. B

CAPÍTULO 7

PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE CRONOGRAMA



Contenido del capítulo: Proceso y Planeación (103) · Cálculos de Programación (105) · Análisis de Cronograma (110)

CAPÍTULO 7 ► PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE CRONOGRAMA

PROCESO Y PLANEACIÓN

TIPOS DE CRONOGRAMAS

Los términos planeación y programación a menudo se usan indistintamente; sin embargo, existen diferencias importantes. La planeación es el enfoque integral para completar un proyecto. Aborda los detalles de quién, qué, dónde, cuándo y cómo se construirá un proyecto. La programación es un subconjunto de la planeación y aborda específicamente el aspecto del cuándo. Existen varias herramientas disponibles para ayudar al gerente de construcción a programar un proyecto, las cuales se discutirán en este capítulo.

Actividades e Hitos

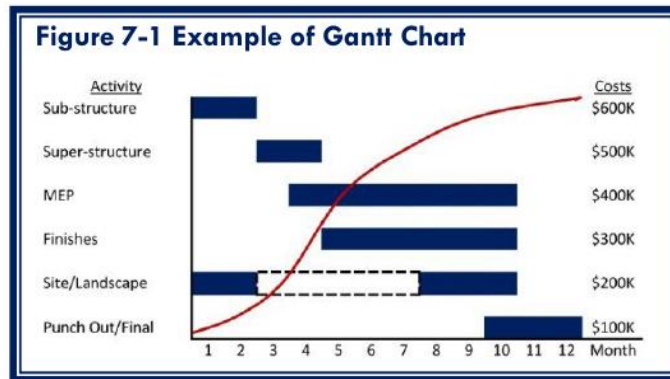
Existen varios tipos de cronogramas que se discutirán en este capítulo, pero todos contienen actividades. Una actividad es simplemente una tarea por completar. El alcance o la complejidad de la actividad es subjetivo y depende del proyecto y de cómo se usará el cronograma. Una actividad puede ser tan detallada como “pintar la capa base en el muro oeste del cuarto 101” o tan general como “envolvente del edificio”. Los hitos son actividades de duración cero días que marcan eventos importantes en el cronograma del proyecto. El aviso de proceder o la finalización sustancial son hitos comunes. Las actividades a menudo se categorizan como actividades de diseño, adquisición o construcción. Se discutirá más sobre ellas más adelante en el capítulo.

Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es la más simple de las herramientas de programación usadas en construcción. Es un diagrama de barras donde cada una de las barras representa una tarea o actividad. Las tareas pueden ser muy detalladas y de corta duración, o representar actividades o fases de construcción muy extensas. Las actividades que las barras representan pueden incluir periodos de inactividad. Por ejemplo, la adquisición de puertas puede ser una actividad mostrada como una barra sólida; sin embargo, la mayor parte de ese tiempo simplemente se está esperando que lleguen las puertas. A menudo, este periodo de inactividad se indica con líneas discontinuas. La Figura 7-1 proporciona un ejemplo básico de un diagrama de Gantt simple.

Los diagramas de Gantt a menudo se usan para mostrar otra información dependiente del tiempo, además del avance de una actividad. Ejemplos de esto pueden ser el número de horas-trabajador empleadas o los costos de construcción. Esto comúnmente se muestra gráficamente como una “S perezosa” (lazy S), donde el eje x denota tiempo y el eje y denota la información adicional. La mayor fortaleza de este tipo de diagrama es su simplicidad de creación y cómo presenta la información. La desventaja más significativa es la falta de lógica o relaciones entre las actividades. Esta debilidad limita el número de actividades y la complejidad de la información mostrada.

Figura 7-1 Ejemplo de un Diagrama de Gantt

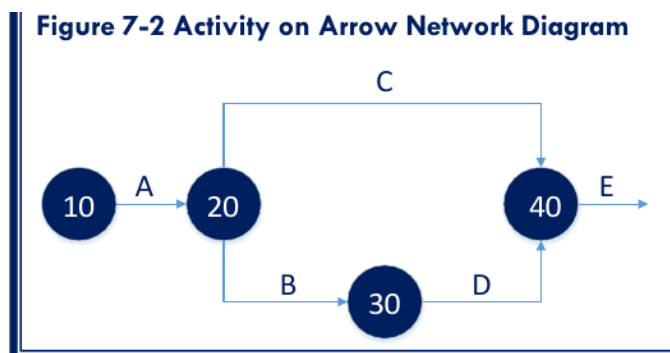


Diagramas de Red

Los diagramas de red son una evolución del diagrama de Gantt e incorporan lógica y relaciones entre las actividades. Un tipo de diagrama de red es la red de actividad en flecha, o simplemente red de flechas. Estos tipos de diagramas usan flechas para representar una actividad y un nodo para representar un punto en el tiempo.

La Figura 7-2 proporciona un ejemplo de un diagrama de red de actividad en flecha. En este ejemplo, los nodos están representados por círculos y están etiquetados con números. Cada uno de los nodos representa un punto en el tiempo en el que una actividad termina y otra puede comenzar. Como su nombre lo sugiere, las actividades están representadas por las flechas. En este ejemplo, las actividades están representadas por las letras A a E. Los nodos proporcionan lógica al diagrama. Las actividades C y B no pueden comenzar hasta que la actividad A se haya completado. De manera similar, la actividad E no puede comenzar hasta que las actividades C y D estén completas.

Figura 7-2 Diagrama de Red de Actividad en Flecha



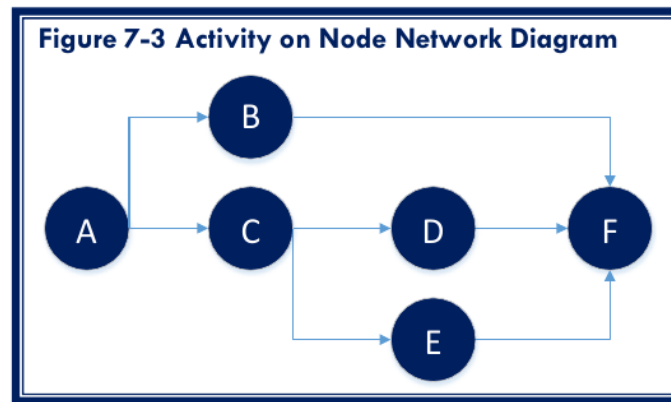
Another type of network diagram is an activity on node network. Precedence diagrams are used

Otro tipo de diagrama de red es una red de actividad en nodo. Los diagramas de precedencia se usan comúnmente en la construcción y son una forma avanzada de este tipo de diagrama. Los diagramas de actividad en nodo usan flechas para representar la lógica o las relaciones entre las actividades. Las actividades están representadas por los nodos. Los diagramas de actividad en nodo se usan mucho más comúnmente en la construcción que las redes de flechas. La Figura 7-3 proporciona un ejemplo de un diagrama simple de actividad en nodo. En este ejemplo, las actividades están representadas por las

letras A–F. Las flechas representan la lógica entre las actividades. La lógica representada en la Figura 7-3 restringe a F de modo que solo pueda iniciarse cuando las actividades B, D y E estén completas.

Figura 7-3 Diagrama de Red de Actividad en Nodo

activities B, D, and E are completed.



PASOS PARA CREAR UN CRONOGRAMA DE PROYECTO

El primer paso para programar un proyecto es desglosar el proyecto en actividades manejables. Aunque crítico, no existe un único método correcto para determinar cuántas actividades o el nivel de detalle en que se desglosa el proyecto. El desglose se basa en gran medida en la preferencia y experiencia del programador; sin embargo, el número de actividades y el nivel de detalle deben alinearse con cómo se usará el cronograma. Cuantas más actividades se incluyan, más detallado y preciso será el cronograma. Sin embargo, esto también aumentará la complejidad del cronograma y el tiempo necesario para mantenerlo. Un cronograma más simple y menos detallado será más fácil de actualizar, pero no proporcionará tanta información. En general, los factores que deben considerarse al crear actividades son las fases, la ubicación (piso, ala, edificio, etc.), quién es responsable de completar la actividad, los elementos de costo principales, la duración de la actividad, los plazos de entrega (lead times) y la ruta crítica. La estructura de desglose del trabajo es una herramienta valiosa usada para desarrollar el cronograma.

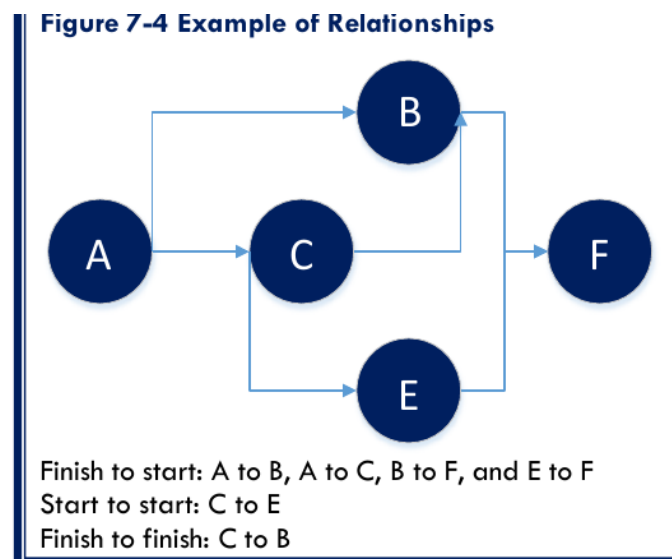
El segundo paso en el proceso de programación es determinar la duración de cada actividad. Las actividades deben desglosarse de modo que tengan un rango consistente de duraciones. Estas duraciones pueden provenir de fuentes publicadas como R.S. Means o de una base de datos de la empresa. También es una buena práctica obtener la retroalimentación de los subcontratistas que realizan el trabajo y del personal experimentado de la empresa para asegurar duraciones de actividad razonables.

El tercer paso es determinar las relaciones y restricciones entre las actividades. Existen cuatro tipos de relaciones usadas con los diagramas de red, las cuales se explican a continuación. Véase la Figura 7-4 para un ejemplo de cómo difieren las relaciones:

- *Fin a inicio (finish to start)*: la relación donde una actividad sucesora puede iniciar solo después de que la actividad precedente haya terminado. Este es el tipo de relación más común y simple usado. Un ejemplo sería que la finalización de las cimentaciones permitiría iniciar un muro de cimentación (stem wall). Un ejemplo en la Figura 7-4 es la flecha entre las actividades A y B.

- *Inicio a inicio (start to start)*: la relación donde el inicio de una actividad desencadena el inicio de otra actividad. Las dos actividades ocurrirían de manera concurrente; sin embargo, a menudo se impone un retraso (lag) en una de las actividades. Un ejemplo sería que la instalación de tablaroca puede iniciar cuando inician los montantes metálicos si se impone un retraso de 2 días a la instalación de la tablaroca. Un ejemplo en la Figura 7-4 es la flecha entre las actividades C y E.
- *Fin a fin (finish to finish)*: la relación donde el fin de una actividad desencadena el fin de otra. Se usa para actividades concurrentes. Un ejemplo sería que el paisajismo no puede terminarse hasta que se pruebe el riego. Un ejemplo en la Figura 7-4 es la flecha entre las actividades B y C.
- *Inicio a fin (start to finish)*: posible en teoría, pero generalmente se evita en la práctica porque crea problemas con la nivelación de recursos y problemas de lógica cuando se actualiza el cronograma.

Figura 7-4 Ejemplo de Relaciones



Finalizar a inicio: A a B, A a C, B a F, y E a F. Inicio a inicio: C a E. Finalizar a finalizar: C a B.

Para más información, consulte a Mubarak en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – PROCESO Y PLANEACIÓN

- ¿Qué tipo de herramienta de programación es un diagrama de Gantt? A. diagrama de barras B. red de actividad en flecha C. red de actividad en nodo D. diagrama de precedencia
- ¿Qué tipo de relación se muestra en la Figura 7-3 entre las actividades C y E? A. fin a inicio B. inicio a inicio C. fin a fin D. inicio a fin
- ¿Qué tipo de relación describiría mejor “instalar la capa de rascado del estuco” y luego “instalar la capa final del estuco”? A. fin a inicio B. inicio a inicio C. fin a fin D. inicio a fin

CÁLCULOS DE PROGRAMACIÓN

MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA (CPM)

El método de la ruta crítica (CPM) es una técnica de programación usada para gestionar el cronograma del proyecto y determinar la duración total. Es el método más común para programar proyectos de construcción, donde a cada actividad se le asigna una duración y se calcula la ruta crítica. La ruta crítica es una serie de actividades, vinculadas por relaciones lógicas (fin a inicio, etc.), cuya duración total es el tiempo mínimo necesario para completar el proyecto. Además de la duración, las actividades usadas en el método de la ruta crítica también incluyen los siguientes atributos:

- *Inicio temprano (ES)*: lo más pronto que una actividad puede comenzar con los vínculos de relación asignados a ella.
- *Inicio tardío (LS)*: lo más tarde que una actividad puede iniciar sin extender la duración de la ruta crítica. La diferencia entre el inicio temprano y el inicio tardío es la holgura total.
- *Fin temprano (EF)*: lo más pronto que una actividad puede terminar, y se basa en lo más pronto que una actividad puede iniciar y su duración.
- *Fin tardío (LF)*: lo más tarde que una actividad puede terminar sin retrasar la ruta crítica. La diferencia entre el fin temprano y el fin tardío es la holgura total.
- *Holgura total (TF)*: cuánto puede retrasarse una actividad antes de que se retrase la ruta crítica. Las actividades de la ruta crítica tienen holgura cero, porque cualquier retraso en ellas aumentará la duración general del proyecto. En otras disciplinas, la holgura total, o simplemente holgura, también se denomina slack.
- *Holgura libre (FF)*: cuánto puede retrasarse una actividad antes de que retrase la actividad subsecuente. Todas las actividades de la ruta crítica tendrán holgura libre cero; sin embargo, no todas las actividades con holgura libre cero son críticas.
- *Actividades críticas*: actividades en la ruta crítica. Estas actividades no tienen holgura y, si se retrasan, extenderán la duración total del proyecto. Comúnmente estas actividades se resaltan en rojo para denotar su importancia.

PASO HACIA ADELANTE (FORWARD PASS)

La ruta crítica se calcula en un proceso de dos pasos donde el inicio temprano (ES) y el fin temprano (EF) se calculan con el paso hacia adelante, y el fin tardío (LF) y el inicio tardío (LS) se calculan con el paso hacia atrás. Este proceso se explicará en las siguientes secciones usando la Figura 7-5. El formato de nodo de actividad mostrado abajo se usará para esta guía de estudio; sin embargo, se usan otros formatos en la industria. Observe la ubicación del ES, EF, LS, LF, TF/FF y la duración en el nodo. El nombre de la tarea es la actividad específica que se está realizando.

Cálculo del Paso hacia Adelante

El paso hacia adelante se usa para determinar el ES y el EF de todas las actividades en el cronograma. El proceso avanza desde la primera actividad y progresa a través de la última actividad. La primera actividad debe tener un ES de cero. Puede parecer intuitivo iniciar con 1, porque la primera actividad iniciaría el primer día del proyecto; sin embargo, los pasos hacia adelante y hacia atrás son cálculos de tiempo, por lo que inician en cero, igual que un cronómetro inicia en cero. El fin temprano es el inicio temprano más la duración.

Inicio Temprano + Duración = Fin Temprano

Un ejemplo de un cronograma CPM se proporciona en la Figura 7-5. En este ejemplo, la Tarea A es la actividad inicial. La actividad real podría ser movilización, desmonte y limpieza, demolición, o cualquier

otra actividad que elijamos. Sin embargo, por simplicidad, se usará una letra para denotar alguna actividad. Aquí, la Tarea A es la actividad inicial, por lo que su ES será cero. Tiene una duración de 1 día. Usando la ecuación proporcionada arriba, cero más 1 proporciona un fin temprano en el día 1.

Observe en la Figura 7-5 que la Tarea A es un prerequisite para las Tareas B, C y D. Las líneas proporcionadas se extienden desde el final de la Tarea A hasta el inicio de las Tareas B, C y D, denotando una relación de fin a inicio. Lo que esto significa en la práctica es que las actividades B, C y D no pueden iniciar hasta que la actividad A esté completa. Debido a que lo más pronto que la Tarea A puede completarse es el día 1 (EF), ese valor se traslada entonces hacia adelante como el ES de todas las actividades sucesoras. Como tal, las Tareas B, C y D tienen todas un ES de 1. El fin temprano de las Tareas B, C y D sigue el mismo procedimiento mostrado anteriormente, donde la duración se suma al inicio temprano para calcular el fin temprano.

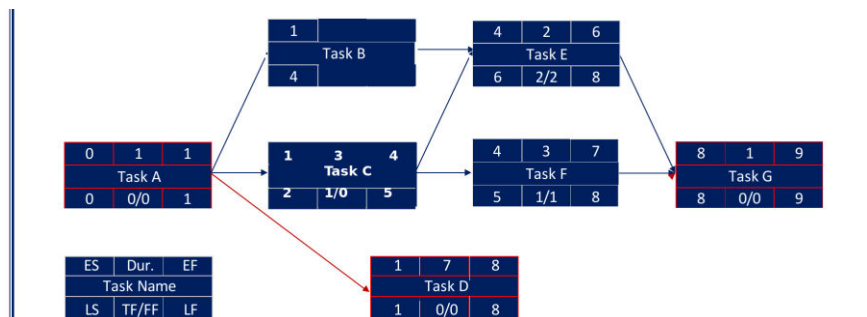
Tarea B: $1 + 2 = \text{Día 3 fin temprano}$

Tarea C: $1 + 3 = \text{Día 4 fin temprano}$

Tarea D: $1 + 7 = \text{Día 8 fin temprano}$

Lo más pronto que estas actividades podrían completarse es el día 3, 4 y 8, respectivamente.

Figura 7-5 Ejemplo de un Cronograma CPM



Nota: la Tarea C corresponde a ES=1, Duración=3, EF=4; LS=2, TF/FF=1/0, LF=5 (valores reconstruidos a partir del texto original, ya que la casilla aparece sin etiquetas visibles en el documento fuente).

A menudo, las actividades tienen varias actividades precedentes. Un ejemplo de esto es la Tarea E en la Figura 7-5. Las Tareas B y C deben completarse antes de que inicie la Tarea E. Debido a que la Tarea C tiene una fecha de EF mayor que la Tarea B ($4 > 3$), la Tarea C está dirigiendo esta secuencia de actividades. Cuando hay varias actividades precedentes, se toma la mayor de las fechas EF para trasladarla como el ES. En este ejemplo, debido a que el EF de 4 de la Tarea C es mayor que el EF de 3 de la Tarea B, el inicio temprano de la Tarea E será 4. Véase la Figura 7-6 y 7-7.

Figura 7-6 Inicio Temprano

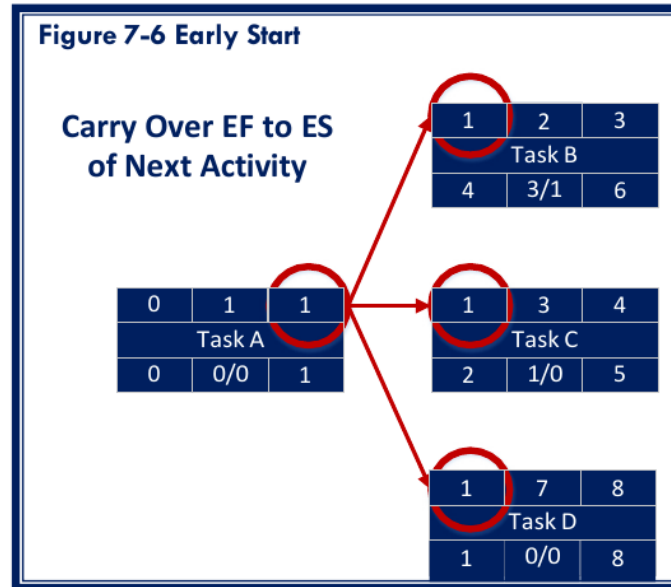
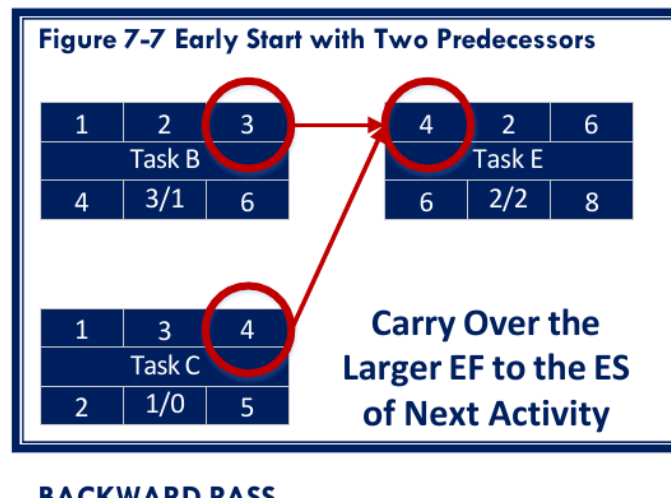


Figura 7-7 Inicio Temprano con Dos Predecesores

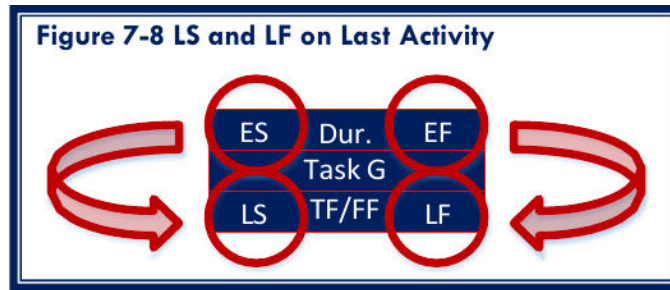


BACKWARD PASS

PASO HACIA ATRÁS (BACKWARD PASS)

El paso hacia atrás es el segundo paso en el cálculo del CPM, donde se calculan el inicio tardío, el fin tardío y la holgura total. A diferencia del paso hacia adelante, el proceso del paso hacia atrás inicia en la última actividad y se mueve hacia atrás a través del cronograma. Debido a que la última actividad siempre es crítica, el inicio tardío y el inicio temprano, así como el fin tardío y el fin temprano, serán iguales. Para iniciar el proceso del paso hacia atrás, se trasladan hacia abajo el ES y el EF como el LS y el LF de la última actividad. Véase la Figura 7-8.

Figura 7-8 LS y LF en la Última Actividad

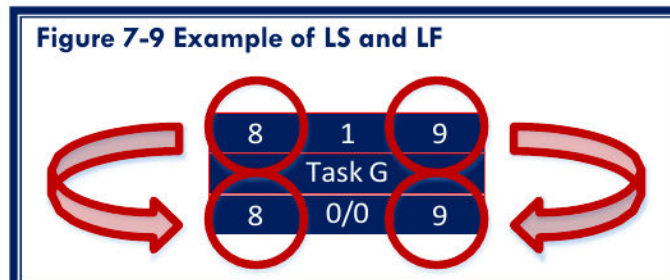


El inicio tardío se calcula restando la duración del fin tardío.

Inicio Tardío = Fin Tardío – Duración

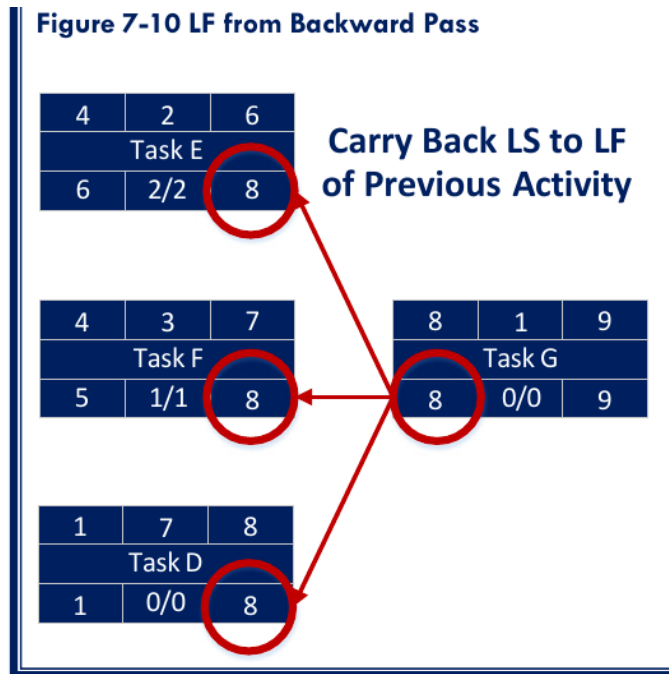
Usando el cronograma CPM de ejemplo proporcionado en la Figura 7-5, se puede calcular el paso hacia atrás. El paso hacia atrás siempre inicia con la última actividad y traslada el ES y el EF hacia abajo al LS y al LF. Véase la Figura 7-9.

Figura 7-9 Ejemplo de LS y LF



Observe que la Tarea G es la sucesora de las Tareas D, E y F. Con el paso hacia atrás, el LF se traslada hacia atrás desde el LS de la actividad sucesora. En este ejemplo, la Tarea G tiene el LS en el día 8, el cual se traslada hacia atrás al LF de las Tareas D, E y F. Véase la Figura 7-10.

Figura 7-10 LF a partir del Paso hacia Atrás



El LS se calcula restando la duración del LF. En este ejemplo, las Tareas D, E y F tienen todas un LF de 8 pero diferentes duraciones.

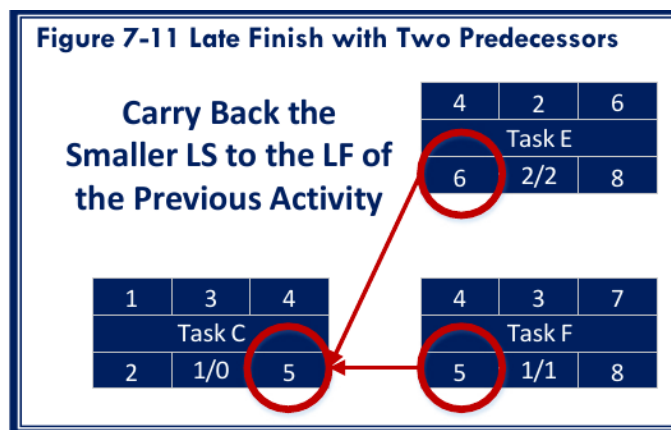
Tarea E: $8 - 2 = \text{Día 6 inicio tardío}$

Tarea F: $8 - 3 = \text{Día 5 inicio tardío}$

Tarea D: $8 - 7 = \text{Día 1 inicio tardío}$

A menudo, las actividades tienen múltiples sucesores. En estos casos, debido a que la actividad con el LS más pequeño está dirigiendo el cronograma, el LS más pequeño se traslada hacia atrás al LF de las actividades precedentes. Un ejemplo de esto en la Figura 7-5 es con las Tareas C, E y F. Aquí, las Tareas E y F son ambas sucesoras de la Tarea C. El EF de la Tarea E es 6 y el de la Tarea F es 5. Debido a que 5 es el menor de los dos LS, se traslada hacia atrás al LF de C. Véase la Figura 7-11.

Figura 7-11 Fin Tardío con Dos Predecesores



Cálculo de Holgura

Existen dos tipos de holgura comúnmente usados en un cronograma de construcción. La holgura total es cuánto puede retrasarse una actividad antes de que impacte la ruta crítica y extienda la duración del proyecto. La holgura total es la diferencia entre el LS y el ES, y el LF y el EF.

$$\text{Holgura Total} = \text{Inicio Tardío} - \text{Inicio Temprano} \quad \text{o} \quad \text{Holgura Total} = \text{Fin Tardío} - \text{Fin Temprano}$$

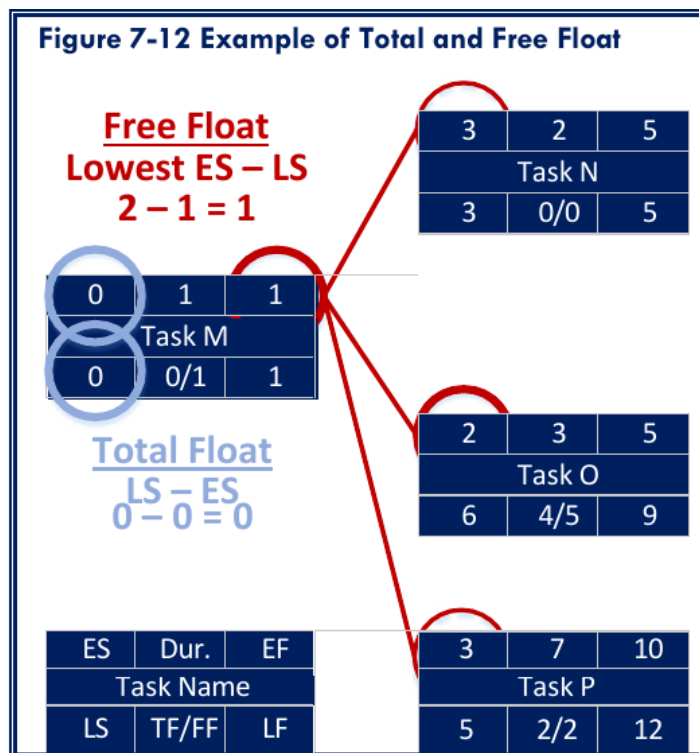
La Figura 7-12 proporciona un ejemplo de holgura total. En la Tarea M, el ES y el LS son ambos cero, por lo que la diferencia entre ellos también es cero. Debido a que la Tarea M tiene holgura cero, esta actividad es crítica. Esto también es cierto para la Tarea N.

La holgura libre es similar, excepto que indica cuánto puede retrasarse una actividad antes de que impacte la siguiente actividad. La fórmula para la holgura libre es la siguiente.

$$\text{Holgura Libre} = \text{Inicio Temprano (actividad siguiente)} - \text{Fin Temprano}$$

En los casos en que hay varios sucesores, se usa el menor de los ES. En el ejemplo mostrado en la Figura 7-12, la Tarea N tiene el LS más bajo, por lo que esa actividad dirigirá el cálculo de la holgura libre (FF).

Figura 7-12 Ejemplo de Holgura Total y Libre



Ruta Crítica

La ruta crítica es una cadena de actividades que dirige el cronograma. Cualquier retraso o aceleración de la ruta crítica retrasará o acelerará directamente la duración general del proyecto. La ruta crítica se identifica mediante todas las actividades sin holgura en ellas. En cronogramas simples con relativamente pocas actividades, puede haber varias cadenas separadas de actividades, cada una con holgura cero, que son por lo tanto críticas. Sin embargo, para cronogramas más grandes y complicados, esto rara vez

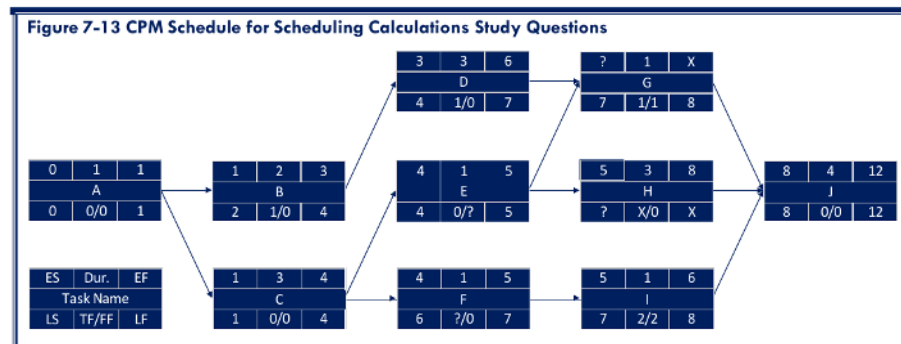
sucede. Debido al número de actividades, es muy raro tener dos cadenas de actividades independientes con exactamente la misma duración total. Observe en la Figura 7-5 que las actividades A, D y G tienen todas holgura cero y están resaltadas en rojo.

DEFINICIONES DE PROGRAMACIÓN

- *Aceleración por superposición (fast tracking)*: la realización superpuesta de actividades de diseño, adquisición y construcción para completar un proyecto más rápido.
- *Compresión (crashing)*: el acortamiento del cronograma del proyecto a lo largo de la ruta crítica. Ninguna actividad puede comprimirse a una duración de cero.
- *Nivelación de recursos (resource leveling)*: el desplazamiento de recursos dentro del cronograma de actividades no críticas a actividades críticas. Este desplazamiento ocurre como resultado de un número limitado de recursos disponibles, como trabajadores, equipo, material o subcontratistas.

Para más información, consulte a Mubarak y a Hinze en la lista de referencias.

Figura 7-13 Cronograma CPM para las Preguntas de Cálculos de Programación



PREGUNTAS DE ESTUDIO – CÁLCULOS DE PROGRAMACIÓN

- Usando la Figura 7-13, ¿cuál es el inicio temprano para la actividad G? A. 5 B. 6 C. 8 D. 9
- Usando la Figura 7-13, ¿cuál es el inicio tardío para la actividad H? A. 4 B. 5 C. 8 D. 12
- Usando la Figura 7-13, ¿cuánta holgura total tiene la actividad F? A. 0 B. 1 C. 2 D. 3
- Usando la Figura 7-13, ¿qué actividad es crítica? A. B B. C C. D D. G
- Usando la Figura 7-13, ¿cuánta holgura libre tiene la actividad E? A. 0 B. 1 C. 2 D. 3

ANÁLISIS DE CRONOGRAMA

SECUENCIA DE ACTIVIDADES

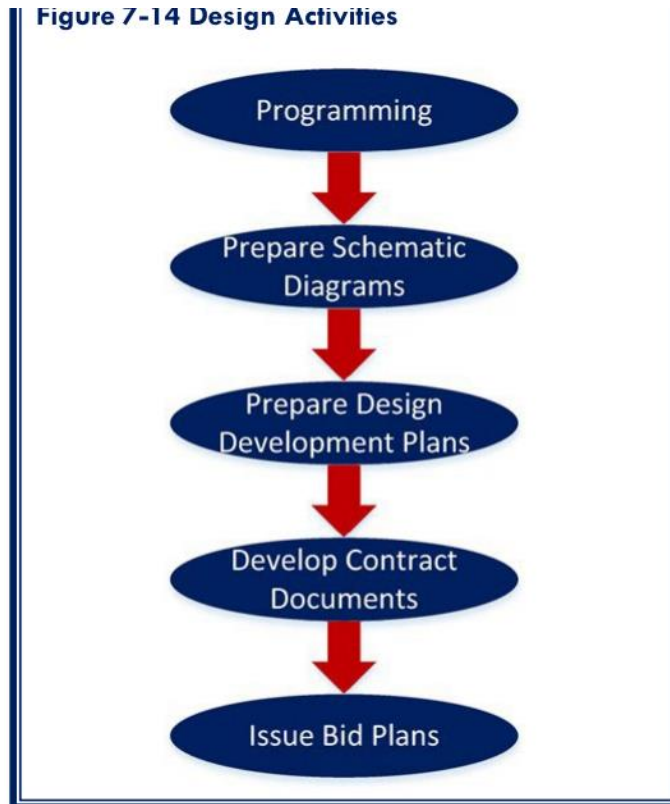
Las actividades pueden agruparse generalmente en las categorías principales de diseño, adquisición y construcción. Las actividades de diseño incluyen todas las actividades para desarrollar el programa del edificio y los documentos contractuales necesarios para construirlo. A continuación se presentan actividades típicas:

- el arquitecto y el propietario desarrollan el programa del edificio
- el arquitecto, en conversación con el propietario, desarrolla diagramas esquemáticos o de proceso

- preparar los paquetes de planos de desarrollo de diseño
- formalizar el diseño final y desarrollar los documentos contractuales
- el cliente aprueba los planos de licitación (diseño final)
- emitir los planos de licitación

La Figura 7-14 proporciona una secuencia de ejemplo de actividades de diseño.

Figura 7-14 Actividades de Diseño

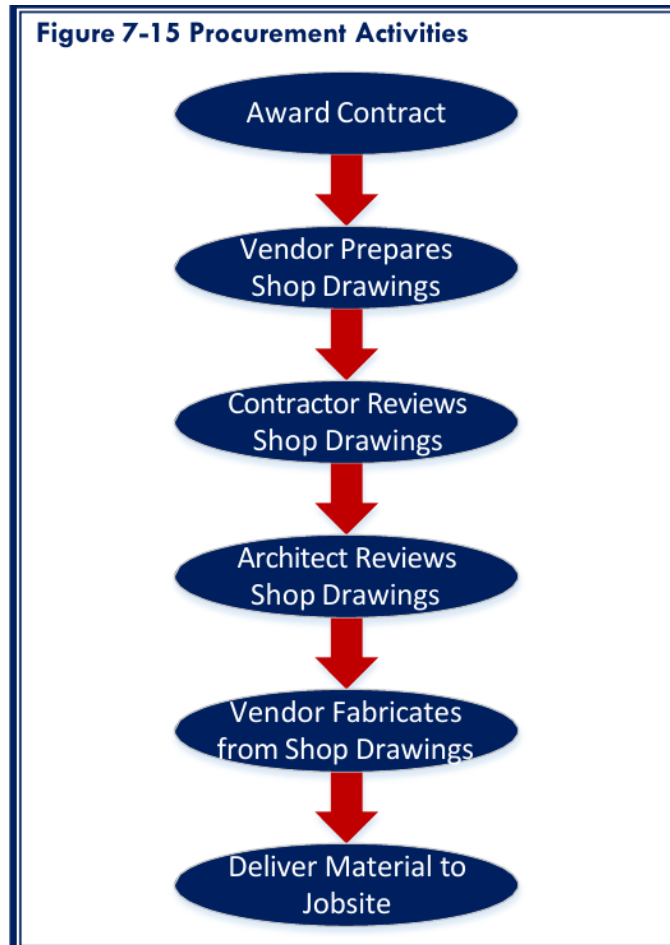


La secuencia de adquisición incluye todas las actividades que ocurren después del diseño pero antes de que el artículo o componente se coloque en el sitio de obra. A continuación se presentan actividades típicas:

- Preparar el paquete de licitación, solicitar cotizaciones de precio, y seleccionar y otorgar el contrato al proveedor.
- El proveedor prepara y presenta planos de taller, datos de producto, o muestras según lo señalado en las especificaciones técnicas.
- El proveedor o subcontratista programa el contrato dentro de su cronograma de fabricación y fabrica en taller los elementos de acuerdo con los planos aprobados y revisados.
- El proveedor organiza el envío y entrega el material al sitio de obra.

La Figura 7-15 proporciona una secuencia de ejemplo de actividades de adquisición.

Figura 7-15 Actividades de Adquisición



La secuencia de construcción incluye todas las actividades que ocurren después de la adquisición. Típicamente constituyen la mayoría del cronograma de construcción y terminan con la entrega del proyecto al propietario o el periodo de garantía.

ACELERACIÓN DEL CRONOGRAMA

La aceleración del proyecto, a veces llamada compresión del cronograma o crashing, es el acortamiento de la duración normal de un cronograma. Existen generalmente cuatro razones principales por las cuales se aceleraría un cronograma:

- Después de iniciar el proyecto, ocurre un evento de retraso o las duraciones planeadas fueron subestimadas, causando que la fecha de finalización normal se extienda más allá de la fecha de finalización contractual.
- Un contrato tiene una cláusula de aceleración que proporciona un incentivo monetario por terminar antes.
- Al terminar antes, el equipo del contratista puede iniciar otro proyecto y ganar honorarios en él.
- Al acortar la duración, el contratista puede ahorrar en condiciones generales y otros gastos, aumentando su utilidad en el proyecto.

ACELERACIÓN DEL PROYECTO

Existen varias formas en que un proyecto puede acelerarse, pero es importante elegir los medios que maximicen la aceleración mientras se minimizan los costos adicionales. Al acelerar el cronograma, solo deben abordarse las actividades de la ruta crítica. Acelerar actividades de ruta no crítica solo aumentará la holgura de esas actividades y no hará nada por la duración general del cronograma. El programador también debe determinar si mover los recursos existentes de actividades de ruta no crítica a la ruta crítica disminuirá la duración general del cronograma (nivelación de recursos). Esto reducirá la holgura en algunas actividades; sin embargo, puede disminuir la duración de la ruta crítica. Además, como regla, las actividades de ruta crítica con los menores costos de aceleración, que ocurren más temprano en el cronograma, deben acelerarse primero.

A continuación se pueden encontrar varios medios comunes para acelerar un cronograma:

- Revisar la lógica, las relaciones y las restricciones en el cronograma y determinar si hay errores o restricciones innecesarias en las actividades.
- Acelerar el proyecto (fast-track) haciendo que las fases de diseño y construcción ocurran de manera concurrente. La decisión de acelerar un proyecto típicamente debe tomarse antes de que haya iniciado la construcción.
- Trabajar horas extra es un medio común de acelerar el cronograma. Debe tenerse cuidado al elegir este enfoque porque los salarios de horas extra aumentan respecto a las horas normales (tiempo y medio o más), pero la productividad con mayor frecuencia es significativamente menor. Esencialmente, se está pagando una prima por las horas menos eficientes de una semana laboral.
- Ofrecer incentivos a los trabajadores por mejor producción. Debe tenerse cuidado con este enfoque para que la calidad no se vea afectada porque los trabajadores se apresuran a completar unidades medibles de trabajo.
- Aumentar la fuerza laboral contratando más personal. Esto puede aumentar la productividad; sin embargo, los trabajadores nuevos en el trabajo no serán tan eficientes como la fuerza laboral experimentada. De hecho, la fuerza laboral experimentada puede volverse menos productiva porque está capacitando a los nuevos contratados. Además, tener demasiados trabajadores en un espacio confinado, denominado apilamiento de oficios (trade stacking), puede disminuir la productividad individual.
- Mejorar la comunicación, gestión o logística del sitio para mejorar la productividad de la fuerza laboral.

Para más información, consulte a Mubarak en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – ANÁLISIS DE CRONOGRAMA

37. ¿Qué clasificación de actividad sería el “rechazo de planos de taller”? A. aceleración B. diseño C. adquisición D. construcción
38. ¿Qué clasificación de actividad sería la “programación del edificio” (building programming)? A. aceleración B. diseño C. adquisición D. construcción
39. ¿Cuál de las siguientes definiciones describe el término apilamiento de oficios (trade stacking)? A. la pérdida de productividad del trabajador por trabajo en horas extra B. la ineficiencia de rehacer trabajo C. la pérdida de productividad en la fuerza laboral experimentada por capacitar a nuevos contratados D. la pérdida de productividad al colocar demasiados trabajadores en un espacio demasiado pequeño

RESPUESTAS – CAPÍTULO 7

Proceso y planeación: 1. A 2. A 3. A

Cálculos de programación: 1. B 2. B 3. C 4. B 5. A

Análisis de cronograma: 1. C 2. B 3. D

Examen de Asociado de Construcción Certificado

(Certified Associate Constructor Exam)

Guía de Estudio Oficial

PARTE IV

Capítulo 8: Seguridad en la Construcción · Capítulo 9: Geomática de la Construcción · Capítulo
10: Administración de Proyectos

Revisado en diciembre de 2022

CAPÍTULO 8

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN



Contenido del capítulo: Administración de OSHA (114) · Procedimientos de Seguridad e Interpretación (117)

CAPÍTULO 8 ► SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

ADMINISTRACIÓN DE OSHA

IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD

La seguridad en la construcción se basa en el principio fundamental de que todos en el sitio de obra deben poder regresar a casa en la misma condición en la que llegaron. A menudo se dice que los empleados son el activo más importante de una empresa y que un lugar de trabajo seguro es un valor central de la compañía. Existen tres razones principales por las que se da tan alta importancia a la seguridad: la moralidad y la ética, el costo financiero inmediato de los accidentes, y la competitividad a largo plazo de una empresa.

Razones Morales y Éticas

La moralidad y la ética a menudo son las primeras razones que se dan para explicar por qué una empresa debe crear y fomentar una cultura positiva de seguridad. Empleados y gerentes comparten valores comunes, según los cuales nada de lo que se hace en el trabajo, sin importar cuán prestigioso o impactante sea, vale que alguien se lastime. Los valores tradicionales estadounidenses otorgan mayor importancia al bienestar de los familiares y compañeros de trabajo que al de un proyecto.

Costo Financiero Inmediato

Dejando de lado el aspecto moral y ético de que una persona se lastime, los accidentes son costosos. Los costos directos, como el daño al proyecto y la compensación médica, pueden ser significativos, aunque a menudo estos costos los cubre el seguro. Sin embargo, los costos directos son insignificantes en comparación con los costos indirectos. Estos costos, que no están cubiertos por el seguro, incluyen tiempo de inactividad de la construcción, daños liquidados por trabajo tardío, tiempo administrativo adicional, capacitación de nuevos empleados, y publicidad negativa. Según algunas estimaciones, por cada dólar cubierto por el seguro, la empresa debe absorber \$9 adicionales.

Competitividad a Largo Plazo

El historial de seguridad de una empresa impacta directamente su competitividad y resultados financieros. Por ejemplo, el seguro de compensación al trabajador está regulado por el estado y se ajusta según el historial de seguridad de una empresa. En Carolina del Sur, por ejemplo, las primas de compensación al trabajador pueden reducirse hasta un 25 % según la calidad del programa interno de seguridad de una empresa. Los propietarios también a menudo consideran el historial de seguridad de una empresa al seleccionar contratistas para su proyecto. Las lesiones pasadas, la mala opinión pública en cuanto a seguridad, las acciones legales pasadas, y un historial de pago de daños liquidados afectarán negativamente las posibilidades de un contratista de ganar un proyecto.

Para más información, consulte a De Vita & Clarke en la lista de referencias.

OSHA

En 1970, el Congreso aprobó la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional (OSH Act) con la intención de “asegurar, en la medida de lo posible, condiciones de trabajo seguras y saludables para todo hombre y mujer trabajadores de la nación, y preservar nuestros recursos humanos” (OSH Act de 1970). La OSH Act

otorgó al Congreso la facultad de crear la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) bajo el Departamento del Trabajo de los Estados Unidos. La OSH Act cubre a casi todos los empleadores, con excepciones para quienes trabajan por cuenta propia, trabajan en granjas familiares, son mineros de carbón, o trabajan para ciertas agencias gubernamentales. Las reglas específicas que OSHA hace cumplir se denominan estándares de OSHA y se incluyen como uno de los muchos títulos del Código de Regulaciones Federales (CFR) de EE. UU., publicado por la oficina del Registro Federal. Específicamente, todos los estándares de OSHA se incluyen en el Título 29 del CFR. El Título 29, parte 1926, aborda todas las regulaciones de seguridad y salud para la construcción. Dentro de la parte 1926 se encuentran las subpartes A–Z, que son riesgos específicos relacionados con la industria de la construcción. Las subpartes A–Z se encuentran en la Figura 8-1. Además de la parte 1926, otras partes que no son específicas de la construcción pero que aún son aplicables incluyen la 1903 (Inspecciones de OSHA), la 1904 (Registro de OSHA), y la 1910 (Industria General). OSHA hace referencia a muchos estándares de terceros, como ANSI, lo que efectivamente los codifica.

Figura 8-1 29 CFR, Parte 1926

Subparte	Tema
A	General
B	Interpretaciones generales
C	Disposiciones generales de seguridad y salud
D	Controles ambientales y de salud ocupacional
E	Equipo de protección personal y salvamento
F	Protección y prevención de incendios
G	Señales, señalización y barricadas
H	Manejo, almacenamiento, uso y disposición de materiales
I	Herramientas: manuales y eléctricas
J	Soldadura y corte
K	Eléctrico
L	Andamios
M	Aberturas en piso y muro
N	Grúas, derricks, montacargas, elevadores y transportadores
O	Vehículos motorizados, equipo mecanizado y operaciones marinas
P	Excavaciones
Q	Construcción de concreto y mampostería
R	Montaje de acero
S	Construcción subterránea, pilotes perforados y ataguías
T	Demolición
U	Voladura y uso de explosivos

V	Transmisión y distribución de energía
W	Estructuras de protección contra vuelco; protección elevada
X	Escaleras y escalerillas
Y	Operaciones de buceo comercial
Z	Sustancias tóxicas y peligrosas

REGISTRO DE OSHA

Los empleadores con 10 o más empleados de tiempo completo están obligados por OSHA a mantener registros específicos de seguridad y reportar accidentes. Los formularios 300, 300-A y 301 de OSHA se usan para este propósito. Los contratistas están obligados a conservar estos registros durante 5 años, y deben estar disponibles para todos los empleados en cualquier momento.

- *Registro de Lesiones y Enfermedades (Formulario 300)*: un formulario para registrar todas las lesiones y enfermedades reportables que ocurren en el lugar de trabajo. Este registro específicamente documentará dónde y cuándo ocurrió el accidente, la naturaleza del incidente, el puesto del empleado, y el número de días de ausencia o de asignación modificada.
- *Resumen de Lesiones y Enfermedades Relacionadas con el Trabajo (Formulario 300-A)*: un medio para informar a los empleados sobre las lesiones y enfermedades ocurridas en su lugar de trabajo durante el año anterior. Este registro debe ser compilado y certificado por un ejecutivo de la empresa y publicado en un lugar visible durante tres meses (1 de febrero al 30 de abril).
- *Reporte de Incidente de Lesión o Enfermedad (Formulario 301)*: usado para registrar la información sobre cómo y por qué ocurrió un accidente específico. Incluye las sustancias, objetos y personas involucradas, y qué parte del cuerpo fue afectada.

¿Qué es una Lesión o Enfermedad?

OSHA define una lesión o enfermedad como una condición o trastorno anormal. Las lesiones y enfermedades incluyen casos como cortes, fracturas, esguinces, enfermedades de la piel, o condiciones respiratorias. Para los propósitos de registro de OSHA, una lesión o enfermedad también puede consistir únicamente en síntomas subjetivos, como dolores o molestias. Sin embargo, estos registros no necesitan incluir primeros auxilios menores (sin receta médica). Como regla general, estos registros deben mantenerse para lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo si involucraron alguno de los siguientes:

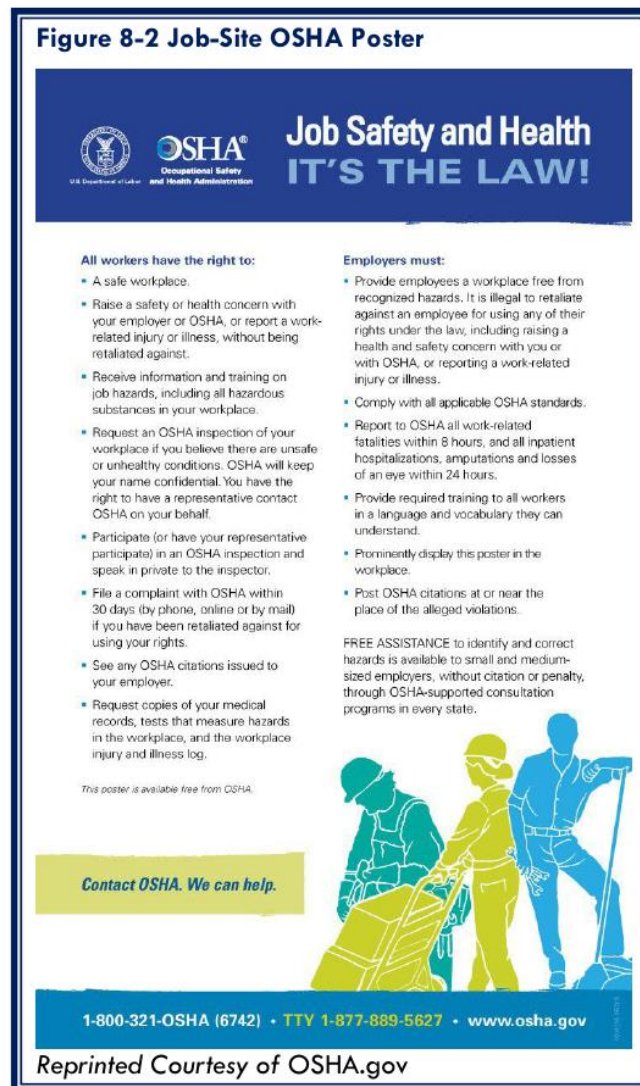
- muerte
- días de ausencia del trabajo
- trabajo restringido o traslado a otro puesto
- tratamiento médico más allá de los primeros auxilios
- pérdida de conciencia
- cualquier lesión o enfermedad significativa diagnosticada por un profesional de la salud con licencia

COMUNICACIÓN CON LOS EMPLEADOS

Uno de los objetivos principales de la OSHA Act es asegurar que los empleados estén informados de sus derechos y condiciones laborales. Para ello, OSHA requiere que se publiquen varios documentos en un lugar donde normalmente se exhibe información de la empresa. Estos documentos incluyen lo siguiente:

- *Póster de OSHA “Seguridad y Salud Laboral: ¡Es la Ley!”*: el póster informa a los trabajadores de sus derechos. Está disponible gratuitamente para todos los empleadores y puede descargarse en inglés y español desde osha.gov. Véase la Figura 8-2.
- Resumen de Lesiones y Enfermedades Relacionadas con el Trabajo (Formulario 300-A): este formulario se discutió en una sección anterior del capítulo.
- Las copias de todas las citaciones de OSHA deben publicarse durante tres días o hasta que el riesgo haya sido corregido, lo que sea mayor.
- Resúmenes de Exenciones de Regulaciones Solicitadas.

Figura 8-2 Póster de OSHA para el Sitio de Obra



HAZARD COMMUNICATION SAFETY DATA SHEETS

Reimpreso con autorización de OSHA.gov

HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD PARA COMUNICACIÓN DE RIESGOS

OSHA requiere que todos los materiales que contengan químicos potencialmente peligrosos proporcionen documentación sobre el riesgo y cómo manejarlo de forma segura. Esta documentación se proporciona en las Hojas de Datos de Seguridad (SDS), antes conocidas como Hojas de Datos de Seguridad de Materiales, o MSDS. A menudo es responsabilidad del superintendente del proyecto mantener una carpeta con todas las SDS en el sitio, para que puedan consultarse rápidamente en caso de emergencia. A partir del 1 de junio de 2015, todas las nuevas SDS estarán en un formato uniforme de 16 secciones.

PERSONA COMPETENTE

El estándar de OSHA 29 CFR 1926 requiere que todo sitio de obra tenga al menos una persona competente responsable de supervisar la salud y seguridad del proyecto. Una persona competente debe ser capaz de identificar riesgos existentes y anticipar riesgos futuros en el lugar de trabajo. Este conocimiento de la materia debe demostrarse mediante educación formal y/o experiencia práctica. Además de tener el conocimiento, OSHA también estipula que la persona competente debe tener la autoridad para detener el trabajo y tomar medidas correctivas inmediatas para eliminar el riesgo.

CITACIONES Y SANCIONES

OSHA tiene la autoridad de emitir citaciones a los empleadores por violaciones de los estándares de OSHA, con las sanciones correspondientes. OSHA clasifica las violaciones de las siguientes cuatro formas (OSHA.gov):

Intencional (Willful)

Una violación intencional se define como una violación en la que el empleador conocía y no cumplió deliberadamente con un requisito legal (incumplimiento intencional), o actuó con clara indiferencia hacia la seguridad de los empleados. La sanción puede reducirse dependiendo del tamaño de la empresa y su historial de seguridad pasado.

Grave (Serious)

Existe una violación grave cuando el riesgo en el lugar de trabajo podría causar un accidente o enfermedad que probablemente resultaría en muerte o daño físico grave, a menos que el empleador no supiera o no pudiera haber sabido de la violación.

Repetida (Repeated)

Una empresa puede ser citada por una violación repetida si ha sido citada previamente por la misma condición o una sustancialmente similar dentro de los últimos cinco años. Las citaciones que están siendo disputadas o apeladas no pueden citarse como repetidas.

Otra-que-no-es-Grave (Other-than-Serious)

Una violación que tiene una relación directa con la seguridad y salud laboral, pero que no es de naturaleza grave, se clasifica como otra-que-no-es-grave. La sanción para este tipo de violación puede reducirse en un 95 % dependiendo de la empresa y su esfuerzo de buena fe para remediar el riesgo.

Los empleadores tienen la opción de apelar formalmente una citación, sanción, o la duración otorgada para corregir el riesgo. Sin embargo, pueden organizarse reuniones informales entre el empleador y el director de área de OSHA, en las cuales el director de área tiene la autoridad de revisar la citación antes de que se presente una apelación oficial. Si la reunión informal con el director de área de OSHA no resuelve el problema a satisfacción del empleador, el empleador puede presentar una petición de modificación de la corrección (PMA) o un aviso de impugnación (NOC). Una PMA se usa cuando el empleador tiene la intención de corregir el riesgo pero necesita más tiempo del que permite la citación. El aviso de impugnación (NOC) se presenta si el empleador impugna la citación, la sanción, o la duración de la corrección. El aviso de impugnación debe presentarse dentro de los 15 días posteriores a la emisión de la citación.

Para más información, consulte el Manual Técnico de OSHA del Departamento del Trabajo de EE. UU.; los Estándares de OSHA (29 CFR); y a Goetsch en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – ADMINISTRACIÓN DE OSHA

1. ¿Cuándo se aprobó la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional? A. 1790 B. 1930 C. 1970 D. 1990
2. ¿Cuál de las siguientes partes del Título 29 del CFR aborda las regulaciones de seguridad y salud para la construcción? A. 1904 B. 1926 C. 1980 D. 2111
3. ¿Cuántos empleados debe tener un empleador antes de que se requiera el registro de OSHA? A. 1 o más B. 10 o más C. 11 o más D. 100 o más
4. ¿Cuál de los siguientes formularios se usa para registrar la información de un incidente único y específico? A. Formulario 300 B. Formulario 300-A C. Formulario 301 D. Formulario 409
5. ¿Cuánto tiempo debe conservar el empleador el Formulario 300 de OSHA? A. hasta que el riesgo haya sido corregido B. 3 meses C. 1 año D. 5 años
6. ¿Dentro de cuántos días debe presentarse un aviso de impugnación para una citación de OSHA? A. 1 día B. 15 días C. 30 días D. sin plazo de prescripción

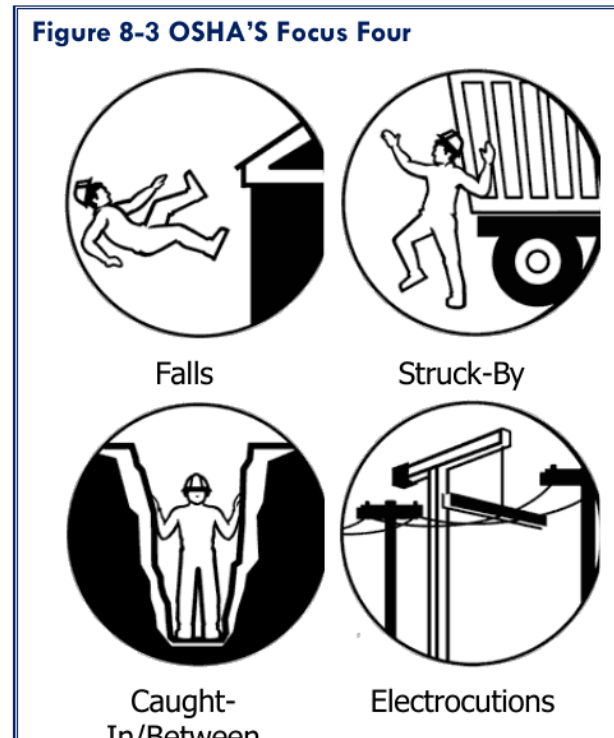
PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD E INTERPRETACIÓN

LOS CUATRO PRINCIPALES DE OSHA (FOCUS FOUR)

OSHA ha reportado que la industria de la construcción representa aproximadamente el 20 % de todas las fatalidades laborales. De este 20 %, más de la mitad de estas fatalidades pueden clasificarse como caídas, golpes por objetos, atrapamientos/entre objetos, o electrocuciones, a las que OSHA se refiere como los cuatro principales (focus four) (Figura 8-3). De estos cuatro, las caídas constituyen la mayoría de las fatalidades.

Figura 8-3 Los Cuatro Principales de OSHA

industry makes up approximately 20% of all workplace fatalities. Of this 20%, over half of these fatalities can be classified as either falls, struck-bys, caught-in/between, or electrocutions, which OSHA refers to as the *focus four* (Figure 8-3). Of these four, falls make up the majority of the fatalities.



Reimpreso con autorización de OSHA.gov

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Los empleadores tienen la responsabilidad de proteger a los empleados de los riesgos del lugar de trabajo, como objetos que caen, químicos, ruido excesivo y contaminantes respiratorios. Como primer paso, el empleador debe hacer todo lo posible para reducir o eliminar estos riesgos. Después de eso, el empleador debe proporcionar equipo de protección personal, o EPP, para minimizar los impactos de un riesgo cuando existan. Los empleadores de construcción deben proporcionar el EPP a sus empleados sin costo alguno, con algunas excepciones menores, como calzado con punta de seguridad, anteojos con receta, y ropa diaria o específica para el clima. En la Figura 8-4 se proporciona una lista de riesgos comunes y el EPP apropiado.

Figura 8-4 Cuadro de EPP

Parte del cuerpo	Riesgo	Protección
Cabeza	Caída de objetos desde arriba	Casco
Ojos	Polvo o partículas voladoras / gases corrosivos / químicos líquidos / metal fundido / luz intensa	Lentes de seguridad / Goggles / Careta facial / Careta de soldar

Oídos	85 decibeles (dB) promedio	Orejas / Tapones para oídos / Tapones de canal
Pies	Aplastamiento del pie / Pisar clavos o púas / Salpicadura de metal fundido / Superficie caliente o mojada / Superficies resbalosas	Zapatos de seguridad / Botas con punta de acero
Manos	Quemaduras / Abrasiones / Cortes / Punciones / Fracturas / Exposición a químicos	Guantes de cuero / Tela recubierta / Kevlar no conductor / Hule resistente a químicos

EXTINTOR PORTÁTIL DE INCENDIOS

Los extintores portátiles de incendios se etiquetan según el tipo de material combustible que pueden extinguir. Los materiales se etiquetan usando letras y/o un pictograma.

- Tipo A: combustibles normales, como madera, papel, basura o ropa
- Tipo B: líquidos inflamables, como combustible diésel, gasolina o pintura
- Tipo C: incendios eléctricos
- Tipo D: metales combustibles, como aluminio o magnesio
- Tipo K: materiales de cocina, como aceite vegetal o grasas animales

Una forma de recordar esto es que A es de “ash” (ceniza), que queda después de la combustión normal; B es de “boiling” (ebullición), que es lo que hacen los líquidos; C es de “circuit” (circuito), por donde pasa la electricidad; D es de “durable” (duradero), que es la mayoría de los metales; y K es de “kitchen” (cocina), donde ocurre la cocción.

Debe proporcionarse un extintor de incendios, con una clasificación no menor a 2A (tipo A y equivalente a 2.5 gal de capacidad de extinción de agua), por cada 3,000 pie² de área protegida del edificio, o fracción mayor de la misma. La distancia de recorrido desde cualquier punto del área protegida hasta el extintor de incendios más cercano no debe exceder 100 ft. Los extintores portátiles de incendios deben montarse entre 3.5 ft y 5 ft sobre el piso.

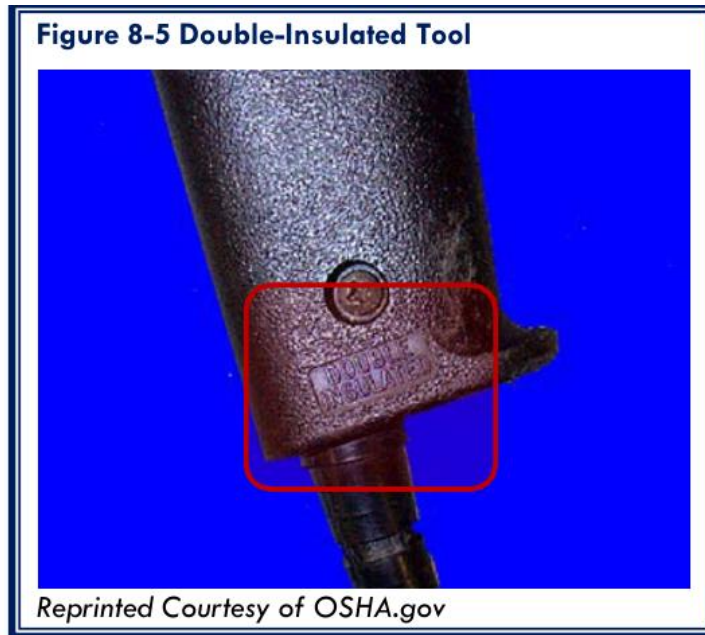
ELÉCTRICO

La electricidad es el flujo de energía de un punto a otro. El movimiento de la electricidad, medido en amperios, es impulsado por la presión eléctrica, medida en voltios, a través de una vía eléctrica, llamada circuito. Las lesiones relacionadas con la electricidad incluyen la electrocución directa, las quemaduras eléctricas, y las caídas. A continuación se presentan algunas de las formas más comunes de prevenir lesiones eléctricas:

- Aislar los componentes energizados mediante cajas de conexión, gabinetes y accesorios completamente cerrados. Esto incluye llenar todos los orificios removibles (knockouts) en las cajas.
- Mantener una distancia mínima de 10 ft de todas las líneas eléctricas. Esto puede facilitarse con señales de advertencia apropiadas.
- Reemplazar todos los cables de extensión y herramientas dañados. Esto incluye específicamente los cables que tienen aislamiento dañado, han sido estirados, les falta la tierra, o no están marcados para uso pesado o extra pesado.

- Asegurarse de que todas las cargas de 120 V monofásicas, como herramientas eléctricas, estén conectadas a un tomacorriente GFCI o tengan un programa de conductor de puesta a tierra asegurado del equipo.
- Las herramientas eléctricas deben tener un cable de tres hilos con tierra, estar doblemente aisladas, o ser alimentadas por un transformador de aislamiento de bajo voltaje. Véase la Figura 8-5 para un ejemplo de un aparato doblemente aislado.

Figura 8-5 Herramienta Doblemente Aislada



SCAFFOLDING

A scaffold is an elevated temporary work platform. OSHA divides scaffolding into three major

Reimpreso con autorización de OSHA.gov

- Implementar un programa apropiado de bloqueo/etiquetado (lock-out/tag-out), donde todo el equipo se desenergiza y permanece desenergizado mientras se trabaja en él.
- Debe usarse el EPP apropiado, como protección adecuada para los pies y cascos no conductores.

ANDAMIOS

Un andamio es una plataforma de trabajo temporal elevada. OSHA divide los andamios en tres categorías principales: andamios soportados, andamios suspendidos, y plataformas de trabajo aéreas (Figura 8-6). Los riesgos más comunes asociados con los andamios son caídas, ser golpeado por escombros que caen, electrocuciones por servicios eléctricos aéreos, y colapso del andamio por sobrecarga y mal entablado. Los trabajadores en un andamio elevado 10 ft o más deben estar protegidos por barandales, redes, y/o sistemas personales de detención de caídas. Todos los andamios deben ser inspeccionados por la persona competente después de cada turno y después de cualquier alteración.

Figura 8-6 Tipos de Andamios

Reimpreso con autorización de OSHA.gov

Andamios Soportados

Un andamio soportado es una plataforma soportada por miembros rígidos y portantes, como postes, patas, marcos y brazos de apoyo. Las plataformas deben estar completamente entablonadas o tarimadas sin más de 1 in. de separación entre tablones adyacentes. La plataforma debe poder soportar cuatro veces la carga máxima prevista y tener al menos 18 in. de ancho. Las plataformas entablonadas deben tener un solape de tablones de no menos de 12 in., y deben ubicarse sobre el soporte a menos que estén restringidas para evitar movimiento. Véase la Figura 8-7 para un ejemplo de tablones no debidamente solapados o soportados. A menos que estén restringidos por ganchos, abrazaderas, u otros medios, los extremos de los tablones deben extenderse más allá del extremo del soporte entre 6 in. y no más de 12 in. (18 in. para tablones de más de 10 ft) para evitar un voladizo excesivo. A menos que esté reforzado o anclado a una estructura, la altura del andamio no debe ser mayor a cuatro veces la dimensión de su base. Véase la Figura 8-8.

Figura 8-7 Tablones No Debidamente Solapados o Soportados

Figure 8-7 Planks Not Properly Overlapped or Supported

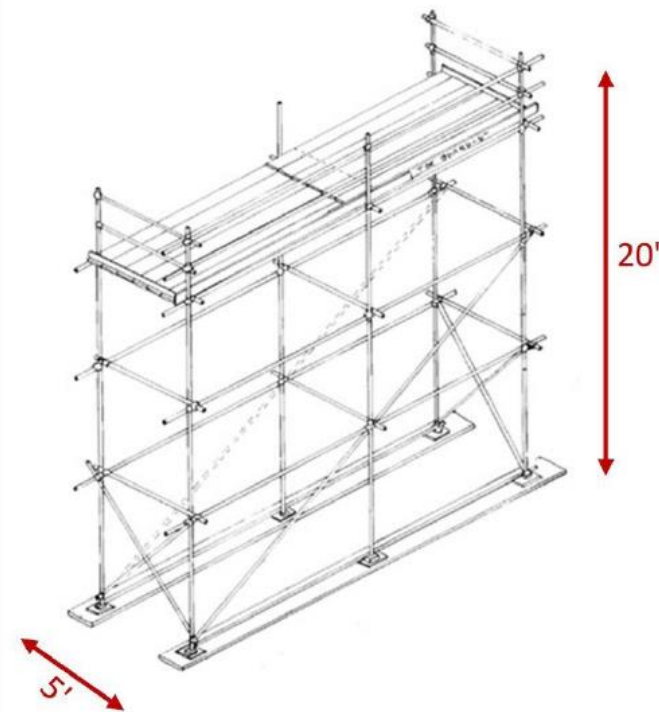


Reprinted Courtesy of OSHA.gov

Reimpreso con autorización de OSHA.gov

Figura 8-8 Altura del Andamio

Figure 8-8 Scaffold Height



Reimpreso con autorización de OSHA.gov

Andamios Suspendidos

Un andamio suspendido es una plataforma suspendida por cuerdas, cables, u otros soportes elevados no rígidos, como una plataforma colgante (swing stage) o una silla de bosun. Los dispositivos de soporte deben diseñarse para soportar cuatro veces la carga máxima prevista. Los contrapesos deben estar hechos de material no fluible, como arena, grava, o pesas de metal. Todos los anclajes (tiebacks) deben estar asegurados a puntos de anclaje estructuralmente sólidos, que más típicamente son la estructura del edificio.

Plataformas de Trabajo Aéreas

Las plataformas de trabajo aéreas son andamios motorizados, como una grúa cesta (cherry picker) o un camión con pluma. Las plataformas aéreas deben tener protección contra caídas adecuada, lo que incluye barandales y sistemas personales de detención de caídas. Los trabajadores en la cesta deben estar amarrados a la pluma o cesta, pero nunca a una estructura adyacente, poste, u otra pieza de equipo.

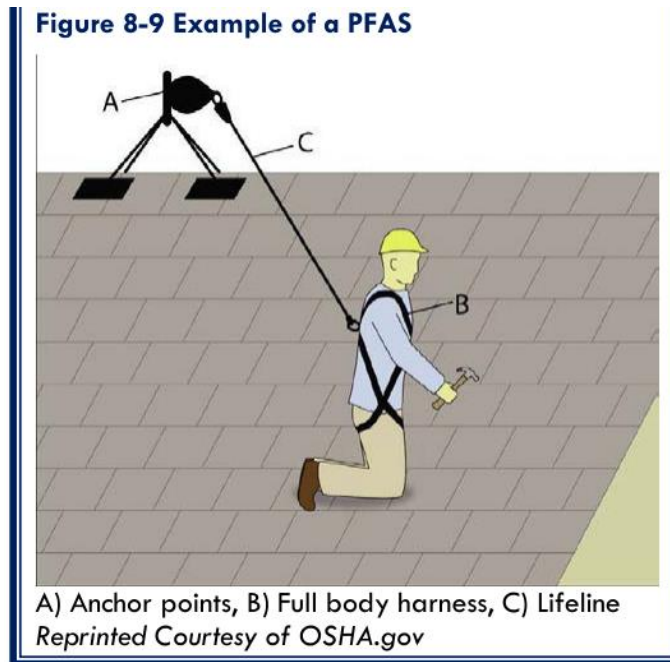
PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS

Las caídas son la principal causa de accidentes fatales en la industria de la construcción. OSHA exige que se implementen medios de protección para cualquier caída potencial mayor a 6 ft, y se usan comúnmente en rampas, aberturas de muro, huecos, excavaciones, y techos. La protección generalmente viene en forma de sistemas personales de detención de caídas (PFAS), barandales, y redes de seguridad.

Sistemas Personales de Detención de Caídas (PFAS)

Los PFAS incluyen un punto de anclaje, una línea de vida, y un arnés de cuerpo completo, y están diseñados para minimizar el impacto de una caída si ocurre. Véase la Figura 8-9. Un solo punto de anclaje puede usarse para varios trabajadores, pero debe diseñarse para soportar 5,000 lb por cada trabajador o el doble de la carga de impacto, lo que sea mayor.

Figura 8-9 Ejemplo de un PFAS



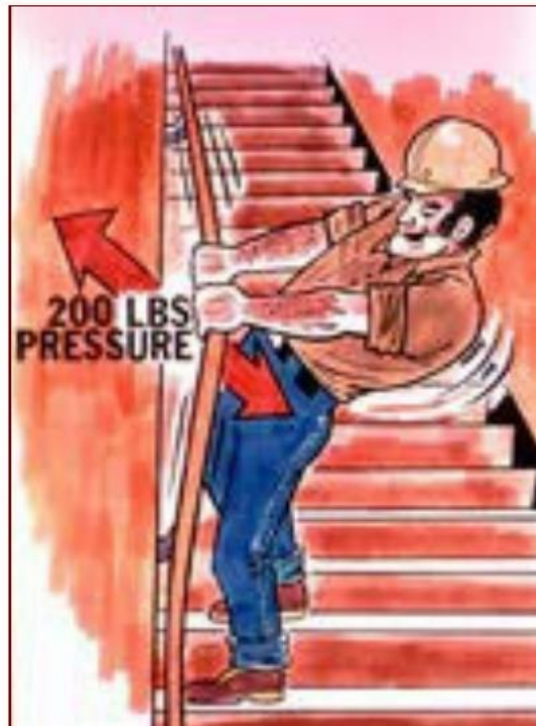
A) Puntos de anclaje, B) Arnés de cuerpo completo, C) Línea de vida. Reimpreso con autorización de OSHA.gov.

Barandales (Guardrails)

Los barandales pueden usarse para proteger contra caídas en bordes principales de pisos, escaleras, y muchas otras superficies. Los barandales deben incluir un riel superior y un riel medio. Puede requerirse un rodapié si el barandal se usa para protección contra objetos que caen. Los rieles superiores deben estar a 42 in. $\pm$ 3 in., y el riel medio a 21 in. $\pm$ 3 in., y el rodapié debe tener al menos 3.5 in. de altura. El barandal debe poder resistir una carga lateral de 200 lb en el riel superior (Figura 8-10), 150 lb en el riel medio, y 50 lb en el rodapié. Véase la Figura 8-11 para la instalación adecuada de varios tipos de barandales. Los cables pueden usarse para barandales si se marcan cada 6 ft, tienen una flecha máxima de 3 in., y se mantienen las mismas dimensiones proporcionadas para los barandales tradicionales.

Figura 8-10 Fuerza Lateral del Barandal

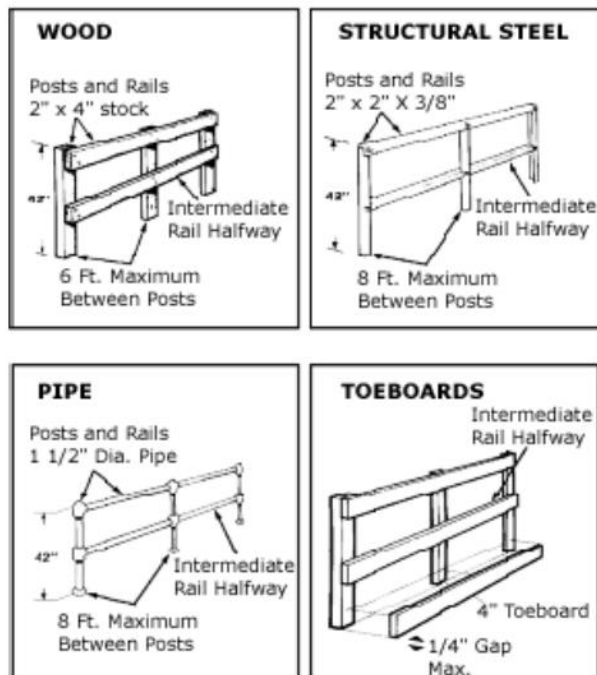
Figure 8-10 Guardrail Lateral Force



Reimpreso con autorización de OSHA.gov

Figura 8-11 Barandales

Figure 8-11 Guardrails



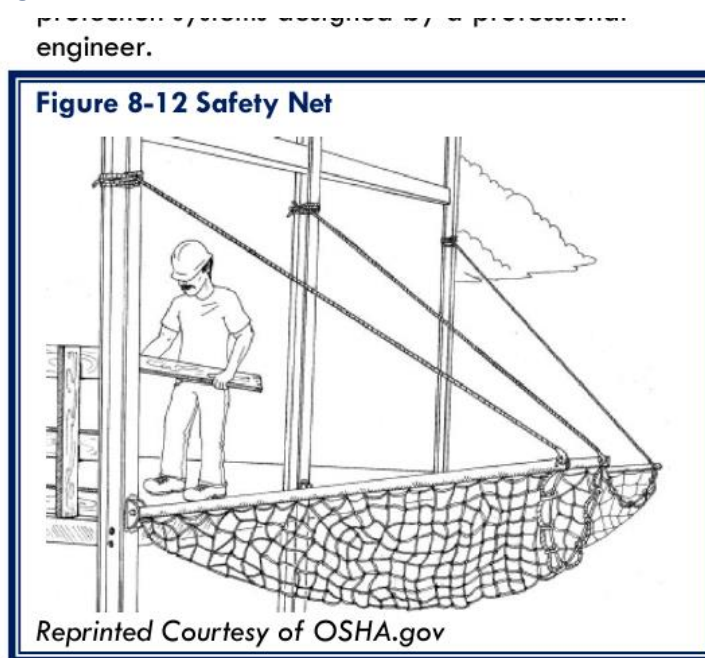
Reprinted Courtesy of CDC.gov

Reimpreso con autorización de CDC.gov

Redes de Seguridad

Las redes de seguridad son pantallas usadas para atrapar a los empleados que caen (Figura 8-12). Más comúnmente se usan alrededor del perímetro de los edificios. Las redes de seguridad deben colocarse lo más cerca posible de donde trabajan los empleados, pero no más de 30 ft por debajo de la superficie de trabajo. La red debe extenderse horizontalmente 8 ft para caídas de hasta 5 ft, 10 ft para caídas de hasta 10 ft, y 13 ft para caídas mayores a 10 ft. Las redes de seguridad deben someterse a una prueba de caída después de la instalación inicial, cada vez que se reubiquen, después de una reparación mayor, o después de 6 meses en una ubicación. Una prueba de caída incluye dejar caer una bolsa de arena de 400 lb en la superficie más alta del riesgo de caída potencial, pero no menos de 42 in. Las redes de seguridad deben inspeccionarse semanalmente, después de eventos de caída, y después de alteraciones o reparaciones mayores.

Figura 8-12 Red de Seguridad



Reimpreso con autorización de OSHA.gov

EXCAVACIÓN

La excavación es una de las actividades más peligrosas en la industria de la construcción. Los derrumbes (cave-ins) son el riesgo más alto; sin embargo, existen otros riesgos significativos, como la asfixia; la inhalación de materiales tóxicos, como vapores de combustible; incendios; y electrocución al dañar líneas de servicios subterráneas. Los empleados deben estar protegidos contra derrumbes mediante inclinación (sloping), apuntalamiento (shoring), y blindaje (shielding) en todas las zanjas de 5 ft de profundidad o más. Las zanjas de más de 20 ft deben tener los sistemas de protección diseñados por un ingeniero profesional.

Inclinación (Sloping)

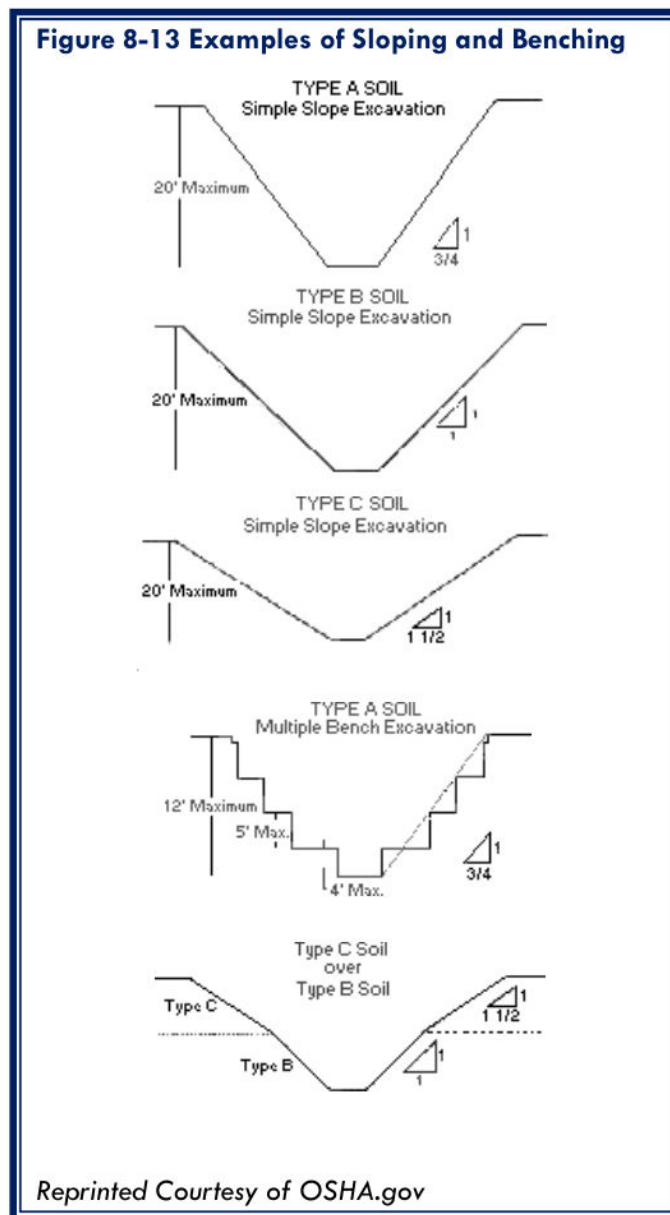
La inclinación es una técnica que requiere un ángulo máximo en los lados de la zanja. El ángulo de las paredes laterales varía según el tipo de suelo y otros factores del sitio de obra. La descripción de los tipos de suelo de OSHA es la siguiente:

- Tipo A: este es el más estable de los tres tipos de suelo, con una resistencia a la compresión no confinada de 1.5 toneladas por pie cuadrado. Ejemplos de este tipo de suelo incluyen arcilla, marga arcillosa, y arcilla arenosa. La pendiente máxima permitida para excavaciones menores a 20 ft es 3/4:1.
- Tipo B: este tipo de suelo es moderadamente estable y tiene una resistencia a la compresión entre 0.5 y 1.5 toneladas por pie cuadrado. Ejemplos de este tipo de suelo incluyen marga arenosa, marga limosa, y grava angular. La pendiente máxima permitida para excavaciones menores a 20 ft es 1:1.
- Tipo C: este es el tipo de suelo menos estable y tiene una resistencia no confinada máxima de 0.5 tonelada por pie cuadrado. Ejemplos de este tipo de suelo incluyen arena y grava. La pendiente máxima permitida para excavaciones menores a 20 ft es 1.5:1.

El bancaleo (benching) es excavar los lados de una zanja para formar una serie de niveles u escalones horizontales, usualmente con superficies verticales o casi verticales entre los niveles. El ángulo máximo de bancaleo es el mismo que para el suelo inclinado y depende del tipo de suelo. Véase la Figura 8-13. Dependiendo de los suelos, pueden usarse combinaciones de inclinación y bancaleo. El suelo Tipo C nunca puede bancalearse. Véase la Figura 8-13 para ejemplos de inclinación y bancaleo permitidos.

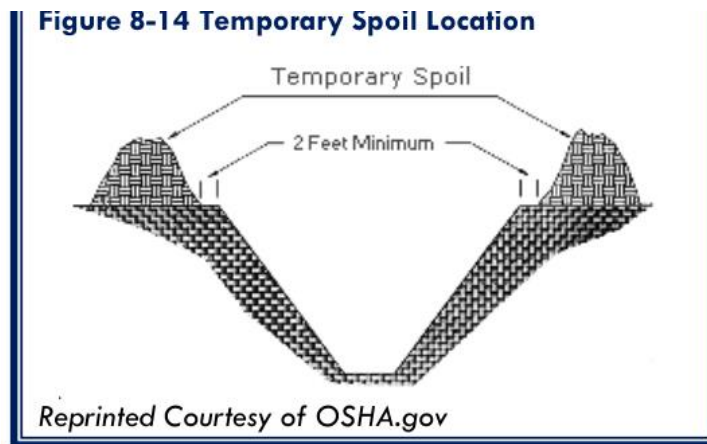
Figura 8-13 Ejemplos de Inclinación y Bancaleo

measurement is taken to the edge of the base of the spoil to the edge of the excavation. See Figure 8-14 to illustrate.



Reimpreso con autorización de OSHA.gov

Los materiales de excavación temporales (spoils) son los suelos removidos de la zanja; deben colocarse a no menos de 2 ft del borde superficial de la excavación. La medición se toma desde el borde de la base del material excavado hasta el borde de la excavación. Véase la Figura 8-14 para ilustrar esto.

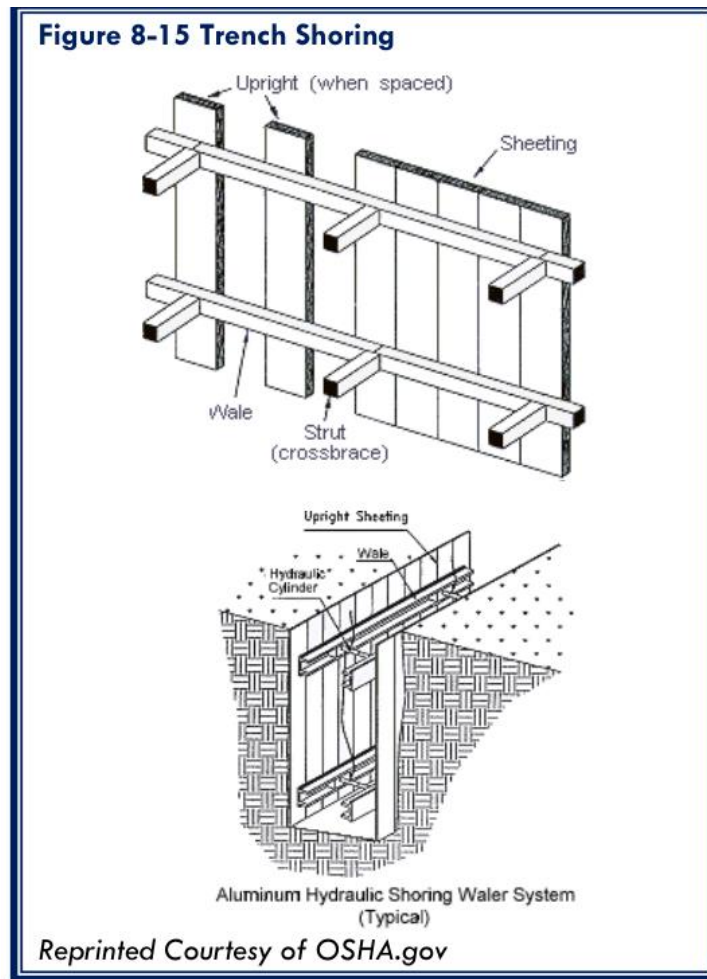
Figura 8-14 Ubicación de Material de Excavación Temporal**Trench Shoring**

Reimpreso con autorización de OSHA.gov

Apuntalamiento de Zanjas (Trench Shoring)

El apuntalamiento de zanjas es un sistema de soporte para proteger las zanjas de derrumbes. El apuntalamiento típicamente es de construcción de madera o hidráulico metálico. Véase la Figura 8-15. El apuntalamiento de madera está hecho de tabloncillos de madera, largueros (wales), y puntales (struts). El apuntalamiento hidráulico típicamente está hecho de aluminio o acero y compuesto por láminas prefabricadas, largueros, y puntales.

Figura 8-15 Apuntalamiento de Zanjas

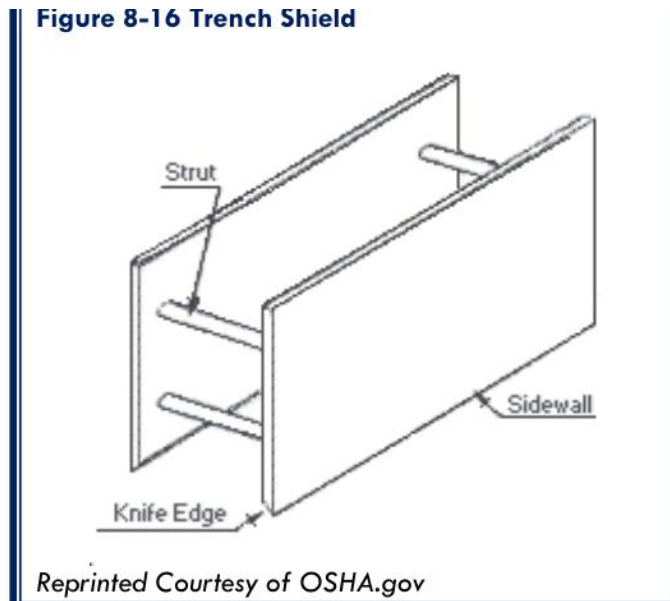


Reimpreso con autorización de OSHA.gov

Blindaje de Zanjas (Trench Shielding)

Un blindaje de zanja es similar al apuntalamiento en que ambos son tipos de protección contra derrumbes que usan dos placas planas o paredes laterales, soportadas por puntales para evitar que el suelo colapse sobre la zanja. Véase la Figura 8-16. Un blindaje de zanja se diferencia del apuntalamiento en que típicamente es una caja prefabricada que actúa como escudo para proteger contra derrumbes, pero no necesariamente soporta la pared de la zanja en sí.

Figura 8-16 Blindaje de Zanja



Reimpreso con autorización de OSHA.gov

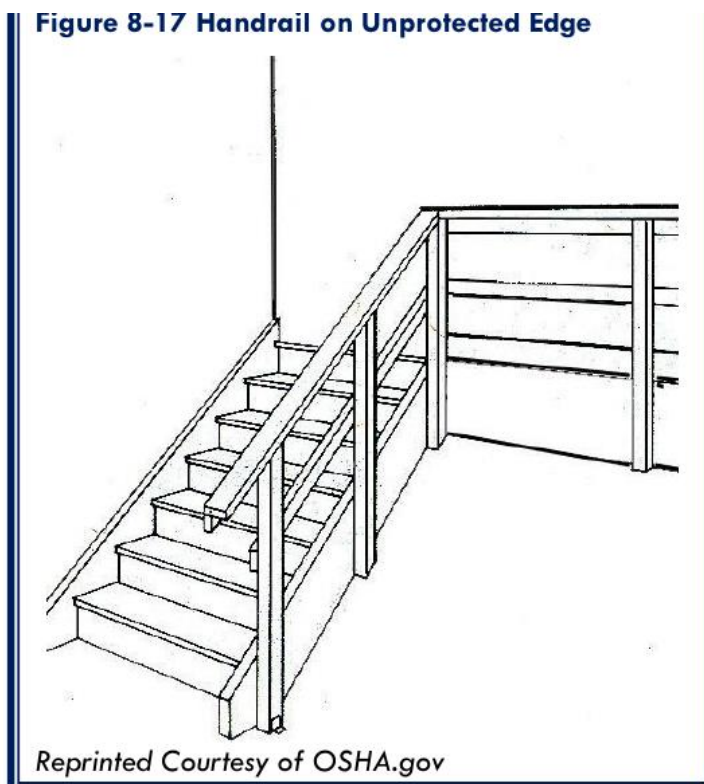
Ingreso y Egreso de la Zanja

Las zanjas de 4 ft o más de profundidad están obligadas a tener un medio fijo de egreso, que más a menudo es una escalera. Si se usa una escalera, la parte superior debe extenderse 3 ft por encima de la parte superior de la zanja. Además, el trabajador no debe tener que recorrer más de 25 ft hasta la escalera más cercana u otro medio de egreso (varias escaleras espaciadas a no más de 50 ft de distancia).

ESCALERAS Y ESCALERILLAS

Deben proporcionarse escaleras o escalerillas cuando hay un cambio de elevación de 19 in. o más (Figura 8-17). Las escaleras con cuatro o más peldaños o 30 in. de altura deben estar equipadas con al menos un pasamanos. También se requieren pasamanos en todos los lados o bordes desprotegidos de las escaleras. Las escaleras deben instalarse entre 30° y 50°, con una altura y profundidad uniforme de huellas y contrahuellas.

Figura 8-17 Pasamanos en Borde Desprotegido

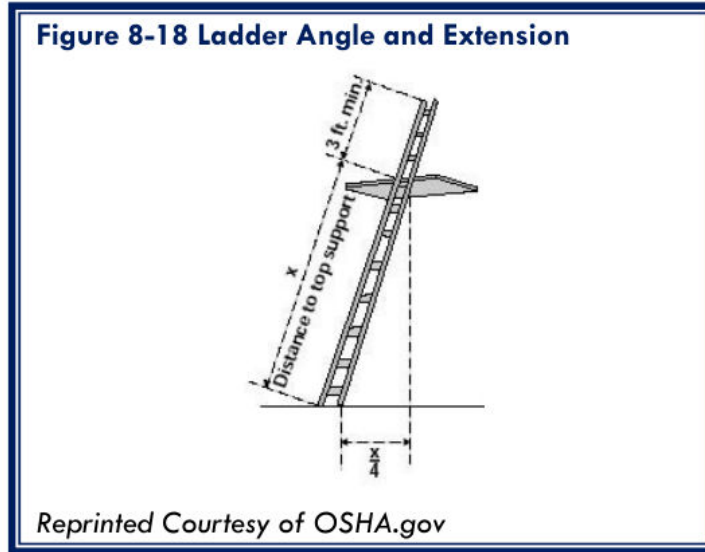


Reimpreso con autorización de OSHA.gov

Las escalerillas portátiles autoportadas deben soportar al menos cuatro veces la carga máxima prevista; sin embargo, esto puede reducirse a 3.3 veces para escalerillas de uso extra pesado, 1A. Las escalerillas no autoportadas, como las que se apoyan contra un muro, deben colocarse en un ángulo donde la distancia horizontal desde el soporte superior hasta el pie de la escalerilla sea un cuarto de la longitud de trabajo de la escalerilla. Véase la Figura 8-18. Al usar escalerillas portátiles para acceder a la superficie de aterrizaje superior, los rieles laterales deben extenderse al menos 3 ft por encima de la superficie de aterrizaje superior.

Figura 8-18 Ángulo y Extensión de la Escalerilla

extra-heavy-duty, IA ladders. Non-self-supporting ladders, such as ladders that lean against a wall, should be positioned at an angle where the horizontal distance from the top support to the foot of the ladder is one-quarter of the working length of the ladder. See Figure 8-18. When using portable ladders to access the upper landing surface, the side rails must extend at least 3 ft above the upper landing surface.



Reimpreso con autorización de OSHA.gov

Para más información, consulte el Manual Técnico de OSHA del Departamento del Trabajo de EE. UU.; los Estándares de OSHA (29 CFR); y a Goetsch en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD E INTERPRETACIÓN

7. ¿Cuál de los siguientes accidentes constituye la mayoría de las fatalidades en la industria de la construcción? A. caídas B. inhalación C. explosión D. grúas
8. ¿A qué tamaño de carga debe diseñarse un sistema personal de detención de caídas? A. mínimo 200 lb por persona B. mínimo 500 lb por persona C. mínimo 1,000 lb por persona D. mínimo 5,000 lb por persona
9. ¿Cuál de las siguientes alturas sería aceptable para el riel superior de un sistema de barandal? A. 21 in. B. 38 in. C. 45 in. D. 52 in.
10. ¿Cuál de las siguientes razones de elevación vertical a recorrido horizontal es aceptable para una escalera de extensión apoyada contra un edificio? A. 1:1 B. 2:1 C. 3:1 D. 4:1
11. ¿Cuál es la distancia máxima de recorrido horizontal a la que puede ubicarse un extintor portátil de incendios en un sitio de obra? A. 50 ft B. 75 ft C. 100 ft D. 3,000 ft
12. ¿Cuál es la distancia máxima a la que puede ubicarse una escalera de egreso de un trabajador en una excavación de zanja de más de 4 ft de profundidad? A. 15 ft B. 25 ft C. 35 ft D. 50 ft

13. ¿Cuál de las siguientes razones de elevación vertical a recorrido horizontal es aceptable para un andamio soportado que no está reforzado ni anclado a una estructura? A. 1:1 B. 2:1 C. 3:1 D. 4:1
14. ¿Cuál es la carga mínima para la cual debe diseñarse un andamio de suspensión? A. 5,000 lb B. 10,000 lb C. tres veces la carga prevista D. cuatro veces la carga prevista
15. ¿Cuál es el nivel de ruido promedio para el cual se requiere usar protección auditiva? A. 85 dB B. 90 dB C. 95 dB D. 100 dB
-

RESPUESTAS – CAPÍTULO 8

Administración de OSHA: 1. C 2. B 3. B 4. C 5. D 6. B

Procedimientos de seguridad e interpretación: 1. A 2. D 3. C 4. D 5. C 6. B 7. D 8. D 9. A

Calificación del contenido: esta Guía de Estudio fue escrita con el único propósito de preparar el examen de Asociado de Construcción Certificado del AIC. No proporciona una exploración exhaustiva de los estándares o reglamentos de OSHA y no debe usarse para preparar o gestionar un plan de seguridad de un sitio de obra. Consulte el estándar de OSHA y/o a un profesional calificado en seguridad de la construcción para obtener información adicional.

CAPÍTULO 9

GEOMÁTICA DE LA CONSTRUCCIÓN



Contenido del capítulo: Equipo de Levantamiento (127) · Levantamiento Topográfico (129) · Cálculos (130)

CAPÍTULO 9 ► GEOMÁTICA DE LA CONSTRUCCIÓN

EQUIPO DE LEVANTAMIENTO

GEOMÁTICA

El levantamiento topográfico (surveying), que más recientemente se ha denominado geomática, es la práctica de determinar las posiciones de puntos sobre y debajo de la superficie terrestre. La geomática es geometría en la práctica y es esencial para todos, salvo los proyectos de construcción más básicos.

UNIDADES DE MEDIDA

El levantamiento topográfico comúnmente proporciona al constructor la longitud, área, volumen, y ángulos del edificio o sitio. Las unidades usadas en los Estados Unidos típicamente se basan en el sistema inglés (imperial) de pies, yardas, y acres. Sin embargo, la mayor parte del resto del mundo usa el Sistema Internacional de Unidades (SI), que usa metros, kilómetros, y hectáreas. La tabla mostrada en la Figura 9-1 muestra las unidades más típicas usadas y sus conversiones.

Figura 9-1 Unidades de Medida

Unidad de Medida	Conversión
1 centímetro (cm)	0.39 in.
1 metro (m)	100 cm / 39.37 in.
1 kilómetro (km)	1,000 m / 0.62 millas
1 metro cuadrado (m ²)	10.76 pie ² / 1.20 yd ²
1 hectárea	10,000 m ² / 2.47 acres
1 milla	5,280 ft / 1,609 m

EQUIPO

Existe una amplia gama de equipo usado en el levantamiento topográfico. De hecho, las herramientas disponibles para el topógrafo han aumentado dramáticamente en los últimos años con el desarrollo de los satélites GPS y los instrumentos inteligentes. Esta sección proporcionará un panorama de parte del equipo fundamental usado y sus funciones principales.

Estacas, Cintas y Clavos

Las ubicaciones de los puntos a menudo son identificadas por el topógrafo con estacas, cintas y clavos. Las estacas, comúnmente de pino o metal de 1.5 in. × 1.5 in., se clavan en el terreno de manera que la cabeza de la estaca quede a la elevación deseada. Se usa cinta de color para hacer las estacas más visibles. Además, el color de la cinta puede denotar un aspecto particular del levantamiento. Distintos colores pueden significar una parte diferente del levantamiento, como la huella del edificio, un servicio subterráneo, o el límite del lote. A menudo se clavan clavos en superficies existentes que no se moverán, para denotar un punto fijo de referencia. Por ejemplo, puede clavarse un clavo en un árbol grande o en un estacionamiento de asfalto y usarse para establecer un punto de elevación a partir del cual se puedan establecer otras elevaciones.

Plomadas y Cuerda

Las plomadas y la cuerda se usan para mostrar una línea que es perfectamente perpendicular al plano horizontal de la tierra. Las plomadas tienen un peso pesado suspendido por una cuerda. A medida que la gravedad lo jala hacia abajo, la línea creada puede usarse como plano de referencia para otras superficies verticales. Se proporciona un ejemplo de una plomada en la Figura 9-2.

Figura 9-2 Plomada



Surveyor's Measuring Tape

Surveyor's measuring tapes are used to determine the distance between two points, most typically in the horizontal direction. Most measuring tapes come in 100 ft, 200 ft, and 300 ft lengths.

Reimpreso con autorización de Tajima Tool Corp., 2015

Cinta de Medir del Topógrafo

Las cintas de medir del topógrafo se usan para determinar la distancia entre dos puntos, más típicamente en la dirección horizontal. La mayoría de las cintas de medir vienen en longitudes de 100 ft, 200 ft, y 300 ft, y a menudo están hechas de fibra de vidrio, PVC, o acero. Aunque el acero es muy durable, puede expandirse con el calor, proporcionando una lectura inexacta. Pueden incluirse con el instrumento factores de corrección para tener en cuenta la expansión a altas temperaturas. Se proporciona un ejemplo de una cinta de medir en la Figura 9-3.

Figura 9-3 Cinta de Medir Larga



Levels and Rods

Reimpreso con autorización de Keson Industries, Inc., 2015

Niveles y Varas de Nivelación

Un nivel dumpy es una pieza de equipo que se monta sobre un tripié y puede moverse 360° horizontalmente. El nivel se monta de manera que esté a plomo y nivelado con el plano horizontal de la tierra. (Algunos niveles son de nivelación automática, o autonivelantes.) Los topógrafos pueden entonces mirar a través del lente del nivel y girarlo 360°. El ángulo horizontal puede registrarse con este instrumento. Una vara de nivelación, a veces llamada vara de grado, es un bastón largo con dimensiones que se extienden de la base a la parte superior de la vara; se usa como blanco para el nivel. Existen varios tipos de varas, como las varas Florida, California, y Detroit; sin embargo, la más común es la vara Philadelphia. La vara Philadelphia es una vara de madera telescópica fabricada con dos longitudes de madera. Las longitudes de madera tienen dimensiones proporcionadas en centésimas de pie. La vara se coloca entonces verticalmente, y la distancia desde la base de la vara se lee con un nivel, tránsito, u otro instrumento. El nivel se usa entonces en combinación con la vara para determinar la elevación de dos puntos en relación uno con el otro, en un proceso llamado nivelación diferencial. Con la nivelación diferencial, la elevación de un punto fijo/conocido se usa para calcular la elevación de un segundo punto desconocido. La nivelación diferencial se desarrollará más adelante en el capítulo. Véase la Figura 9-4 para un ejemplo de un nivel de constructor común.

Figura 9-4 Nivel de Constructor

Figure 9-4 Builder's Level

Reprinted Courtesy of Johnson Level & Tool Mfg. Co., Inc., 2015

Reimpreso con autorización de Johnson Level & Tool Mfg. Co., Inc., 2015

Tránsitos y Teodolitos

Los tránsitos y teodolitos son similares a los niveles en que todos se usan para medir ángulos horizontales; sin embargo, los tránsitos y teodolitos también se usan para medir ángulos verticales. Los tránsitos y teodolitos cumplen la misma función básica; sin embargo, los teodolitos son más modernos y tienen algunas características automáticas adicionales. Se proporciona un teodolito de ejemplo en la Figura 9-5.

Figura 9-5 Teodolito**Figure 9-5 Theodolite**

Reprinted Courtesy of Johnson Level & Tool Mfg. Co., Inc., 2015

Total Station

Reimpreso con autorización de Johnson Level & Tool Mfg. Co., Inc., 2015

Estación Total

Una estación total, o TST (teodolito de estación total), es una pieza de equipo de levantamiento moderno comúnmente usada que proporciona las funciones de una cinta de medir, un nivel, y un teodolito. Se usan láseres para determinar la distancia entre dos puntos, y el instrumento puede determinar el ángulo entre ellos. La programación interna calcula otra información con base en la distancia y los ángulos registrados. Las estaciones totales robóticas tienen servomotores, que permiten que el instrumento se mueva por sí solo y sea controlado remotamente por el operador. Esto permite que un solo topógrafo opere la estación total remotamente, mientras que en el pasado se necesitaba un topógrafo para la vara de grado y otro para operar la TST. Se proporciona un ejemplo de una estación total robótica en la Figura 9-6.

Para más información, consulte a Ghilani & Wolf y a Roberts en la lista de referencias.

Figura 9-6 Estación Total Robótica



SURVEY EQUIPMENT STUDY

Reimpreso con autorización de Robert Bosch Tool Corporation, 2015

PREGUNTAS DE ESTUDIO – EQUIPO DE LEVANTAMIENTO

16. ¿Cuál de las siguientes piezas de equipo no mide ángulos verticales? A. nivel de constructor B. teodolito C. tránsito D. estación total robótica
17. ¿Qué tipo de vara telescópica se usa a menudo con niveles, tránsitos, y estaciones totales? A. vara Alachua B. vara Leon C. vara Pinellas D. vara Philadelphia
18. ¿Cuántos pies hay en 1 milla? A. 12 B. 100 C. 5,280 D. 12,000

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

MAPA TOPOGRÁFICO

Un levantamiento topográfico, o simplemente un topo, es una representación gráfica de las características naturales y artificiales en un área fija. Estos mapas típicamente muestran elevaciones del terreno, líneas de propiedad, edificios existentes, y cualquier otra información relevante para el constructor. Típicamente, el ingeniero civil es responsable de obtener un levantamiento topográfico existente del sitio si existe, o de desarrollar uno nuevo para el constructor. Antes de confiar en el mapa topográfico, que típicamente se proporciona en los planos civiles, el contratista debe verificar en campo las características principales mostradas para asegurarse de que las cosas no hayan cambiado desde que se creó y que nada haya sido omitido del plano. En general, de todos los planos en los documentos contractuales, el levantamiento topográfico probablemente será el menos preciso.

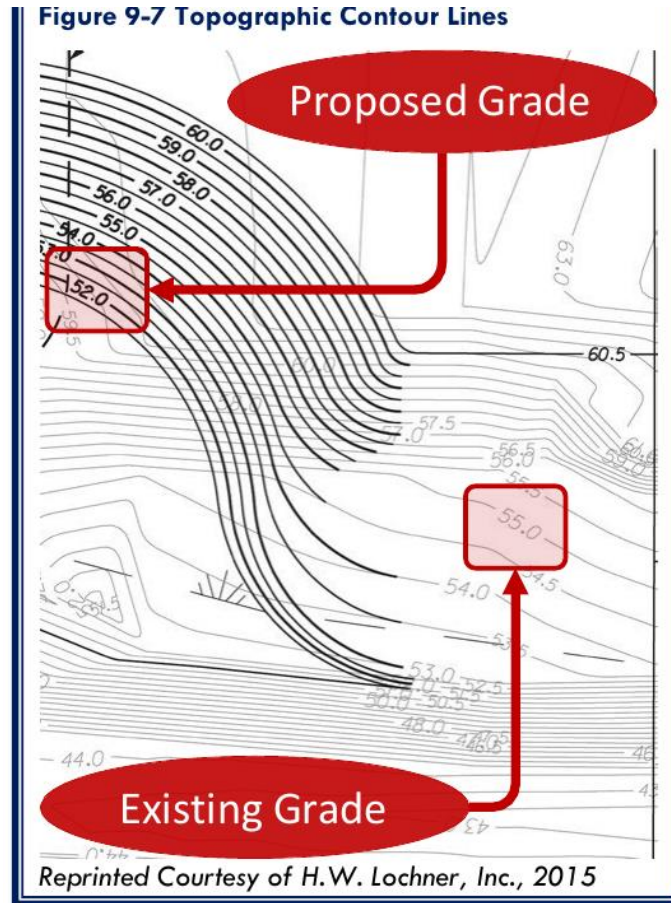
Porcentaje de Pendiente

La inclinación, o pendiente de gradiente, a menudo se da como un porcentaje. El porcentaje se calcula simplemente dividiendo el incremento horizontal en altura (elevación) entre la misma longitud horizontal (recorrido) y luego multiplicándolo por 100. Por ejemplo, un camino que tiene 100 yardas de largo y una inclinación de 10 yardas tendría una pendiente del 10 %. Para poner esto en perspectiva, el camino público pavimentado más empinado del mundo, ubicado en Dunedin, Nueva Zelanda, tiene una pendiente del 35 %. Generalmente, se permite una pendiente máxima del 6 % para las carreteras de EE. UU.

Líneas de Contorno

Los levantamientos topográficos se usan más comúnmente en la construcción para mostrar las elevaciones del nivel existente y el nivel propuesto. Esto se muestra en el levantamiento topográfico mediante líneas de contorno. En general, las líneas de contorno ligeramente sombreadas o discontinuas denotan la elevación existente, y las líneas en negrita o sólidas denotan la elevación propuesta. Las elevaciones típicamente se muestran sobre las líneas de contorno. Las líneas cercanas entre sí denotan un cambio de elevación pronunciado, y las líneas de contorno muy separadas muestran una pendiente más gradual. Véase la Figura 9-7 para un ejemplo de líneas de contorno existentes y propuestas.

Figura 9-7 Líneas de Contorno Topográficas



For more information see Ghilani & Wolf and Roberts in the list of references.

Reimpreso con autorización de H.W. Lochner, Inc., 2015

Para más información, consulte a Ghilani & Wolf y a Roberts en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

19. Si un camino de 1,000 ft tiene una elevación vertical de 10 ft, ¿qué porcentaje de inclinación tiene el camino? A. 0.01 % B. 0.10 % C. 1 % D. 10 %
20. Las líneas de contorno que muestran el nivel existente en un levantamiento topográfico comúnmente son _____. A. líneas sólidas en negrita B. líneas sólidas resaltadas C. líneas discontinuas de color D. líneas discontinuas de color claro
21. ¿Qué indican las líneas de contorno que están espaciadas estrechamente entre sí? A. pendiente ligera B. pendiente pronunciada C. dirección de erosión D. dirección de escorrentía de agua

CÁLCULOS

FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS

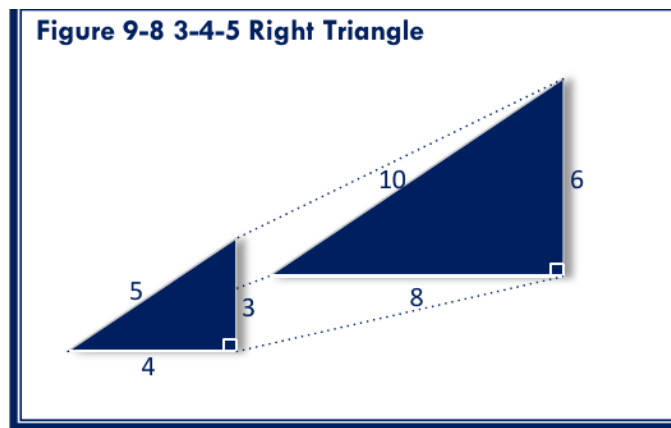
Como se mencionó anteriormente, el levantamiento topográfico es una aplicación práctica de la geometría. Aunque esto es cierto, también es una aplicación de la trigonometría. La base de muchas

aplicaciones del levantamiento topográfico es el uso de triángulos rectángulos y el uso de dos valores conocidos, como la longitud de un lado o un ángulo, para determinar los ángulos y longitudes de lados restantes. El primer concepto básico es el teorema de Pitágoras. Usando la fórmula a continuación, la longitud de dos lados cualesquiera (a y b) puede usarse para determinar la longitud del tercer lado (c).

$$a^2 + b^2 = c^2$$

El segundo concepto básico es el del triángulo rectángulo 3-4-5. Esta es una proporción común donde las longitudes de los tres lados del triángulo son 3, 4, y 5 unidades. La unidad de medida no importa siempre que todos los lados se expresen en la misma unidad. Debido a que esto es una proporción, pueden usarse múltiplos de 3, 4, y 5 para otros triángulos rectángulos, como 6 in.-8 in.-10 in. o 30 ft-40 ft-50 ft. Véase la Figura 9-8 para un ejemplo.

Figura 9-8 Triángulo Rectángulo 3-4-5



There are trigonometric functions that allow the surveyor to be able to determine a leg of a triangle given an angle and the length of another leg. A scientific calculator is needed for this calculation.

Existen funciones trigonométricas que permiten al topógrafo determinar un cateto de un triángulo dado un ángulo y la longitud de otro cateto. Se necesita una calculadora científica para este cálculo. Las fórmulas se proporcionan a continuación e ilustradas en la Figura 9-9.

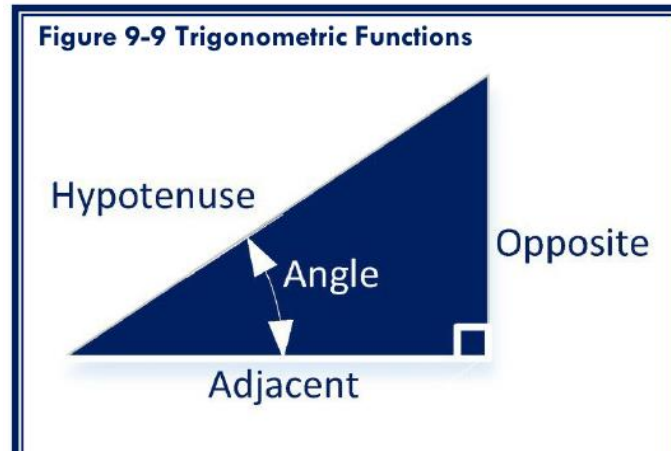
Seno del Ángulo ϑ = Lado Opuesto $\div$ Hipotenusa

Coseno del Ángulo ϑ = Lado Adyacente $\div$ Hipotenusa

Tangente del Ángulo ϑ = Lado Opuesto $\div$ Lado Adyacente

Figura 9-9 Funciones Trigonómicas

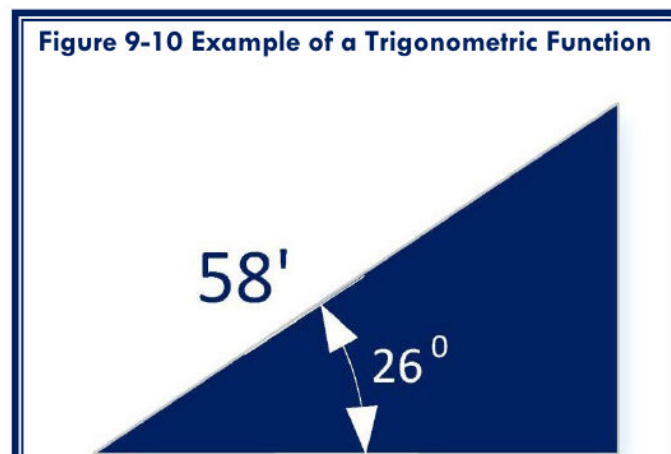
$$\text{Tan of Angle } \theta = \frac{\text{Opposite side}}{\text{Adjacent side}}$$



Ejemplo 1: este ejemplo demostrará los pasos para encontrar la longitud de un lado de un triángulo rectángulo dado el otro lado y un ángulo. Suponga que una banqueta tiene 58 ft de largo. El lado de 58 ft (hipotenusa) de la banqueta se intersecta con una calle en un ángulo de 26°. ¿Cuál es la distancia horizontal de la banqueta (lado adyacente)? Véase la Figura 9-10 para un diagrama de las variables.

Figura 9-10 Ejemplo de una Función Trigonométrica

triangle given the other side and one angle. Assume a sidewalk is 58 ft long. The 58-ft side (hypotenuse) of the sidewalk intersects with a street at an angle of 26°. What is the horizontal distance of the sidewalk (adjacent side)? See Figure 9-10 for a diagram of the variables.



Seleccione la más apropiada de las fórmulas de Sen, Cos, y Tan. En este caso, debido a que se conocen el ángulo y la hipotenusa y queremos resolver el lado adyacente, la fórmula del Cos es la más apropiada. Para resolver el lado adyacente, 58 se multiplica por el Cos del ángulo. El valor del Cos 26° es 0.89879. Multiplicar 58 ft por 0.89879 dará como resultado una longitud de 52.13 ft del lado adyacente.

Cos del Ángulo 26 = Lado Adyacente ÷ 58; 0.8988 = Lado Adyacente ÷ 58; Lado Adyacente = 52.13 ft

Ejemplo 2: suponga que está colocando grava en una entrada vehicular temporal que tiene 10 ft de ancho $\times$ 1 ft de espesor. Los planos muestran que la entrada tiene 150 ft horizontalmente (adyacente). ¿Cuánto más alta (opuesto) está la parte superior de la entrada respecto a la parte inferior, suponiendo una inclinación de 28°?

Tan del Ángulo 28 = Lado Opuesto $\div$ 150; 0.5317 = Lado Opuesto $\div$ 150; Lado Opuesto = 79.8 ft

NIVELACIÓN DIFERENCIAL

El término nivelación se refiere al proceso mediante el cual se determinan las elevaciones de los puntos en un mapa o levantamiento. Una de las formas más comunes de nivelación en la construcción es la técnica de nivelación diferencial. Esta técnica usa un telescopio con magnificación, como un nivel o tránsito, para leer dimensiones en una vara de grado en referencia a una elevación de referencia (benchmark) conocida.

Elevación de Referencia (Datum)

La elevación de referencia, o datum vertical, es un plano base a partir del cual se referencian todos los demás puntos y elevaciones. Todos los puntos mostrados en el levantamiento están por encima o por debajo del plano de referencia. La elevación de referencia más común usada es el nivel medio del mar, o MSL, que es la elevación de océanos, golfos, y grandes cuerpos de agua, promediada durante varios años.

Puntos de Referencia (Benchmarks)

Para la mayoría de los proyectos, se establece un punto de referencia y luego se usa como punto de referencia durante todo el proyecto. El punto de referencia comúnmente es una marca o clavo colocado en algún objeto que no será perturbado durante la vida del proyecto, como un poste de servicios, un bordillo de concreto, u otro punto fijo. Este punto estará en referencia a un plano principal del edificio futuro, como la losa sobre el terreno del primer piso. Al plano principal se le dará una elevación arbitraria, como 0 ft 0 in. o 100.0 ft, para facilitar los cálculos de los contratistas.

Nivelación

La nivelación diferencial es el proceso de usar telescopios u otros instrumentos de nivelación para trasladar una elevación desde una elevación de referencia conocida a otros puntos cuyas elevaciones no se conocen. El instrumento está nivelado con el plano de referencia y puede leer las medidas de las varas de grado que están en su línea de visión y su plano horizontal. El proceso se demuestra en la Figura 9-11. El instrumento lee la vista posterior (BS) de la vara de grado, que está ubicada sobre el punto de referencia conocido. Luego se calcula la altura del instrumento (HI). El instrumento luego se gira hacia la vara de grado sobre el punto cuya elevación no se conoce. La vista frontal (FS) es la lectura de la dimensión en la vara en el punto de elevación desconocido. La nivelación diferencial puede expresarse en dos fórmulas:

$$HI = \text{elevación} + BS \quad \text{y} \quad \text{Elevación} = HI - FS$$

Figura 9-11 Ejemplo de Nivelación

CHAPTER 9 CONSTRUCTION GEOMETRICS

Figure 9-11 Example of Leveling

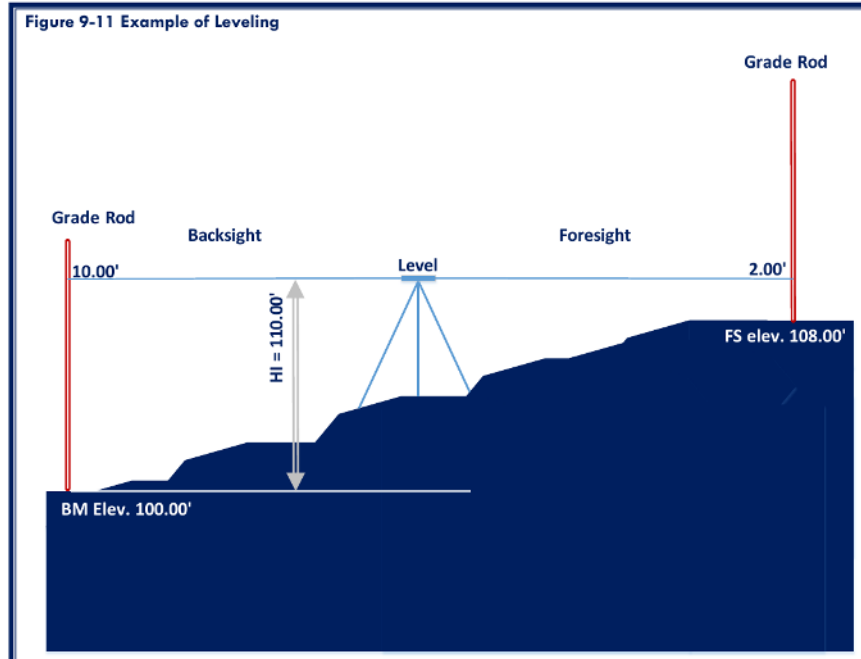


Ilustración del autor.

En la Figura 9-11, la elevación de referencia se establece en 100 ft. Cuando se lee la vista posterior, el plano horizontal del nivel es 10.0 ft. En otras palabras, el topógrafo leería la dimensión de 10.0 ft en la vara de grado. La altura del instrumento es la suma de la elevación de referencia más la vista posterior.

$$HI = \text{elevación} + BS; HI = 100 + 10; HI = 110$$

La elevación del segundo punto puede calcularse de manera similar. Usando la fórmula a continuación, la vista frontal se resta de la altura del instrumento.

$$\text{Elevación} = HI - FS; \text{Elevación} = 110 - 2; \text{Elevación} = 108$$

Este proceso puede repetirse si el punto de elevación deseado no está en la línea de visión del punto de referencia. En este caso, el punto resuelto sería el primer punto de giro (TP). El instrumento se colocaría en otra ubicación más cercana al punto final y esencialmente usaría el TP como el siguiente punto de referencia. Este proceso se repetiría tantas veces como sea necesario para recopilar todas las elevaciones requeridas. Las observaciones se registran como notas de campo. Se proporciona un ejemplo de entrada de notas de campo en la Figura 9-12. En este caso hay tres puntos intermedios (IP), lo que indica que el proceso descrito anteriormente se repitió tres veces.

Para más información, consulte a Ghilani & Wolf y a Roberts en la lista de referencias.

Figura 9-12 Ejemplo de Notas de Campo

IP	Elev. BM	BS Lectura de Vara	HI	FS Lectura de Vara	Elev. TP
1	843.29	4.68	847.97	5.91	842.06
2	842.06	3.17	845.23	3.94	841.29
3	841.29	5.05	846.34	4.72	841.62

4	841.62				
---	--------	--	--	--	--

PREGUNTAS DE ESTUDIO – CÁLCULOS

22. Una losa rectangular sobre el terreno mide 60 ft 0 in. de largo × 45 ft 0 in. de ancho. ¿Cuál es la medida diagonal en pies y pulgadas? A. 52 ft 6 in. B. 75 ft 0 in. C. 105 ft 8 in. D. 115 ft 11 in.
23. Suponga que tiene un triángulo rectángulo con una hipotenusa de 310 ft. Si uno de los ángulos es 20°, ¿cuál es la longitud del lado opuesto a este ángulo? A. 106.03 B. 112.84 C. 291.09 D. 851.73
24. Se toma una lectura de vara de 4.72 ft en un punto de referencia cuya elevación es 813.30. El piso terminado es 809.00. La parte superior del tablón guía (batter board) se coloca 1 ft por encima del piso terminado. ¿Qué lectura de vara se requiere para fijar la línea para la parte superior del tablón guía? A. 4.30 B. 5.30 C. 8.02 D. 9.02
25. ¿Qué significa la abreviatura de levantamiento TP? A. punto tangente B. punto de giro C. punto de poligonal D. punto terminal
26. Usando la Figura 9-13 (datos a continuación), ¿cuál es la elevación de referencia en IP #4? A. 864.62 B. 889.90 C. 896.27 D. 902.64
27. Se le requiere establecer el nivel para la parte inferior de una zapata de 1 ft de espesor. La elevación en la parte superior de la zapata es 102.33 ft. La vista posterior del instrumento en el punto de referencia de 100.00 ft es 6.78. ¿Cuál es la lectura correcta de la vara en la parte inferior de la zapata? A. 0.64 B. 3.81 C. 4.45 D. 5.45

Figura 9-13 Notas de Campo para la Pregunta de Estudio de Cálculo #9

IP	Elev. BM	BS Lectura de Vara	HI	FS Lectura de Vara	Elev. TP
#1	877.26	7.45		3.1	
#2		7.12		1.1	
#3		4.44		2.17	
#4	???				

RESPUESTAS – CAPÍTULO 9

Equipo de levantamiento: 1. A 2. D 3. C

Levantamiento topográfico: 1. C 2. D 3. B

Cálculos: 1. B ($60^2 + 45^2 = \text{diagonal}^2$; diagonal = 75 ft) 2. A 3. C ($((813.3 + 4.72) - 810 = 8.02)$ 4. B 5. B 6. D ($((100 + 6.78) - (102.33 - 1) = 5.45)$)

CAPÍTULO 10

ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS



Contenido del capítulo: Adquisición de Recursos (137) · Funciones y Responsabilidades (139) · Movilización del Sitio de Obra (141) · Cierre del Proyecto (146) · Sostenibilidad (147)

CAPÍTULO 10 ► ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

ADQUISICIÓN DE RECURSOS

ADQUISICIÓN (PROCUREMENT)

Gould y Joyce definen la adquisición como “el proceso general de encontrar y comprar los materiales... y contratar a los mejores subcontratistas para construir el proyecto”. La fase de adquisición de la construcción a menudo se denomina la fase de licitación y otorgamiento, y tradicionalmente es el tiempo entre las fases de diseño y construcción.

Subcontratista

Para la mayoría de los proyectos de construcción comercial, un contratista general supervisará la construcción, pero contratará subcontratistas para realmente colocar la mayor parte del trabajo. El contratista general redacta contratos con los subcontratistas que identifican el alcance exacto de trabajo del que son responsables. Generalmente, se requiere que los subcontratistas proporcionen toda la mano de obra, equipo, y material necesarios para realizar su alcance de trabajo. A menudo, los subcontratistas subcontratarán partes de su trabajo contratado. Así como el contratista general es responsable, en última instancia, ante el propietario por el trabajo de sus subcontratistas, también el subcontratista es responsable del trabajo de sus sub-subcontratistas.

Debe tenerse mucho cuidado al decidir a qué subcontratistas se les permite licitar un trabajo. Los contratistas generales a menudo precalifican a los subcontratistas antes de permitirles licitar sus proyectos. Se examina a los subcontratistas para asegurarse de que tengan la estabilidad financiera, la experiencia previa, el historial de seguridad, y la competencia general necesarias para llevar a cabo exitosamente el trabajo. Los contratistas generales deben ser cautelosos al otorgar un subcontrato si sus precios son significativamente más bajos que los de sus competidores, lo cual indica que puede haber un error de estimación. Los subcontratistas que han subestimado un trabajo pueden ser menos cooperativos, tener una interpretación demasiado estricta del contrato, y generar solicitudes excesivas de órdenes de cambio en un intento de corregir su error de preconstrucción.

Material y Equipo

La contratación de subcontratistas por parte del contratista general es un proceso que consume mucho tiempo. El alcance debe licitarse, las ofertas evaluarse, y los términos del contrato negociarse. Debido a que es un proceso largo, es importante priorizar qué contratos se adjudican primero. El orden de prioridad generalmente está impulsado por qué material se necesita primero o por cuánto tiempo toma adquirir el material. Por ejemplo, el contratista de la envolvente del edificio a menudo es uno de los primeros paquetes en adjudicarse, no porque el concreto tarde mucho en adquirirse, sino porque las zapatas de concreto son predecesoras de la mayoría de las demás actividades. Por el contrario, el contrato de vidriado también puede ser uno de los primeros paquetes adjudicados, no porque sea una actividad temprana, sino debido al largo plazo de entrega del vidrio. Otro ejemplo es el contratista de elevadores, que típicamente se adjudica temprano debido a la necesidad de coordinar ese trabajo con otros oficios.

En general, los subcontratistas son responsables de comprar el material y equipo asociado con su alcance de trabajo; sin embargo, existen excepciones. Hay casos, como en la construcción por fases, en que el propietario o el gerente de construcción pedirá material o equipo de largo plazo de entrega

mientras se licita el resto del alcance. Esto tiene la ventaja de acelerar el cronograma general, así como ahorrar los gastos generales y la utilidad del subcontratista sobre el equipo. El mobiliario, accesorios y equipo (FF&E) a menudo es suministrado por el propietario/instalado por el propietario (OFOI) o suministrado por el propietario/instalado por el contratista (OFCl). En ambos casos, el alcance de trabajo del contratista es limitado; sin embargo, el contratista sigue obligado a coordinar la instalación del material con el propietario.

Para más información, consulte a Gould & Joyce en la lista de referencias.

Ética

Existe una expectativa de que los contratistas generales mantengan confidenciales las ofertas de los subcontratistas. El acto de mostrar a los subcontratistas los precios de sus competidores con la esperanza de que bajen su oferta se llama “bid shopping” o “bid peddling”, y se considera muy poco ético. No solo se considera poco ético; en algunos estados es ilegal. En un intento de limitar el bid shopping, algunos propietarios, especialmente en proyectos financiados públicamente, requerirán que el contratista general liste a sus subcontratistas en el formulario de oferta y exigirán su uso como condición del otorgamiento.

Para más información, consulte a Holm, Schaufelberger, Griffin, & Cole, y a Dagostino & Peterson en la lista de referencias.

PROCESO DE ADQUISICIÓN

Aunque existen excepciones, el proceso de adquisición de mano de obra, material, y equipo debe proceder según los siguientes pasos:

28. Licitación del alcance de trabajo: una vez que el diseño está completo, los documentos contractuales deben enviarse a varios contratistas (tres o más generalmente es aceptable) para fijar el precio de un alcance de trabajo específico.
29. Otorgamiento: las ofertas de los contratistas se evalúan para garantizar que tengan un alcance de trabajo completo y cumplan con los documentos de licitación. Se notifica al contratista exitoso que su oferta fue aceptada mediante una carta de intención o aviso de otorgamiento. La recepción de esta notificación autoriza al contratista a iniciar actividades administrativas precontractuales, como generar envíos de aprobación, adquirir seguros, y obtener fianzas.
30. Contrato: después de evaluar las ofertas, se negocia y acuerda un contrato formal con el alcance de trabajo entre las partes. Deben asignarse a la parte apropiada condiciones específicas, como costos de flete, impuestos, fianzas, términos contables, términos de garantía, y costos de seguro.
31. Envíos de aprobación (submittals): los envíos de aprobación, que incluyen datos de producto/material, planos de taller, y muestras, son proporcionados por el subcontratista y revisados por el contratista principal y el equipo de diseño. El contratista y el diseñador verifican la consistencia general con los documentos contractuales. Los envíos revisados no sustituyen a los documentos contractuales, y si existen discrepancias, ya sea antes o después de la revisión, prevalecen los documentos contractuales.
32. Ordenar material y equipo: solo después de que se han revisado los envíos de aprobación puede pedirse el material. El documento usado con las empresas de transporte, comúnmente llamadas transportistas comunes, se llama conocimiento de embarque (bill of lading). El término de envío “franco a bordo” (FOB) se refiere a cuándo se transfiere la propiedad del material. “Franco a

bordo en el sitio de obra” significa que el proveedor tiene la propiedad del material hasta que llega al sitio de obra.

33. Instalación y facturación: una vez que el material está en el sitio, puede instalarse. Típicamente, el contratista puede facturar el material aunque no esté instalado en su próximo ciclo de facturación.

Términos Contables

A veces los proveedores requieren que el pago se realice en su totalidad al momento de la entrega. Esto comúnmente se denomina COD, o cobro a la entrega. Aunque existe este término de pago, el pago típicamente no se vence hasta 30 días después de la fecha en que se recibe el material. Para mejorar su flujo de efectivo, los proveedores pueden ofrecer un incentivo al contratista por pago anticipado. Se proporcionan términos como 1/10 Neto 30, lo que significa que si el pago se proporciona dentro de 10 días se otorga un descuento del 1 %, pero independientemente, el pago total se vence en 30 días.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – ADQUISICIÓN DE RECURSOS

34. ¿Cómo se llama el proceso de examinar a los subcontratistas antes de que liciten un proyecto, para asegurar que sean capaces de completar el trabajo? A. preselección B. prelicitación C. prerreferenciación D. precalificación
35. ¿Cómo se llama el acto de mostrar a los subcontratistas el precio de sus competidores con la esperanza de que bajen su oferta? A. bid looking B. bid shopping C. bid happy D. bid capping
36. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera sobre el proceso de adquisición? A. los términos contractuales específicos, como impuestos, fianzas, y términos contables, siempre se incluyen con la oferta B. los envíos de aprobación típicamente se incluyen con la oferta C. los envíos de aprobación deben aprobarse antes de firmar un contrato D. los envíos de aprobación no sustituyen a los documentos contractuales, incluso si han sido revisados por el contratista general y el diseñador

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

DESCRIPCIONES DE PUESTOS DEL CONTRATISTA

Un sitio de obra comercial está dotado de personal en una relación de supervisor-subordinado entre sí. Tradicionalmente, la jerarquía posicional se organiza de manera que el gerente de proyecto sea, en última instancia, responsable de todo el sitio. Las responsabilidades de campo se delegan al superintendente, y las responsabilidades de oficina las retiene el gerente de proyecto con el apoyo de ingenieros de proyecto y asistentes de gerente de proyecto. A continuación se proporcionan las funciones y responsabilidades comunes de cada uno de los miembros del equipo de proyecto del contratista.

Ejecutivos de Proyecto

El título específico de este puesto puede cambiar de una empresa a otra, pero a menudo se han usado títulos como vicepresidente de operaciones, gerente de construcción, y ejecutivo de proyecto. Estas personas supervisan múltiples proyectos y tienen muchos gerentes de proyecto que les reportan. Su función es asegurar que el proyecto vaya bien desde un nivel alto. Observan la rentabilidad general, las tendencias de programación, y la relación con el propietario. Rara vez participan en las operaciones diarias, pero pueden asistir ocasionalmente a las reuniones de avance entre propietario, arquitecto y

contratista. Sus salarios a menudo forman parte de los gastos generales de oficina y no de las condiciones generales específicas del sitio. Además de su participación en proyectos específicos, también participan con la alta gerencia para establecer las metas estratégicas y la dirección de la empresa.

Gerentes de Proyecto Senior

Los gerentes de proyecto senior (SPM) son responsables del éxito general del proyecto. Los SPM pueden ser responsables de varios proyectos más pequeños o de un proyecto grande. Sus responsabilidades diarias incluyen desarrollar/gestionar el plan general del proyecto, redactar subcontratos y órdenes de compra, procesar pagos de avance, programación, órdenes de cambio, negociar reclamaciones, y gestionar las relaciones con el propietario y el diseñador. También son responsables de las responsabilidades de recursos humanos del sitio de obra, como evaluaciones y acciones disciplinarias.

Gerentes de Proyecto

Las responsabilidades de los gerentes de proyecto (PM) son las mismas que las de los SPM en proyectos pequeños a medianos. En proyectos grandes, puede haber múltiples PM para apoyar al SPM. En estos proyectos, a los PM se les asignarán aspectos específicos del proyecto para gestionar, como el núcleo y envolvente o los sistemas MEP.

Superintendentes Senior

Los superintendentes senior reportan a los SPM o PM. Su responsabilidad principal es el campo. Son responsables de planificar y programar las actividades de construcción, coordinar con los subcontratistas, mantener bitácoras y registros diarios, coordinar cambios en el campo, gestionar inspecciones, control y aseguramiento de calidad, inspecciones de seguridad, y todas las actividades relacionadas con la colocación del trabajo.

Superintendentes

Las responsabilidades de los superintendentes son las mismas que las de los superintendentes senior en proyectos pequeños a medianos. En proyectos grandes puede haber múltiples superintendentes para apoyar al superintendente senior. En estos proyectos, cada superintendente se asignará a un aspecto particular del trabajo. Esto podría ser varios oficios, como concreto y acero, o un área o fase particular del proyecto.

Líderes de Cuadrilla

El puesto de líder de cuadrilla comúnmente se llama superintendente de campo. Sus responsabilidades son apoyar al superintendente en el campo. Realizan actividades como liderar cuadrillas para una tarea específica, preparar tarjetas de tiempo diarias, realizar inspecciones de seguridad, realizar trabajo manual en apoyo de las cuadrillas, y capacitar al nuevo personal.

Ingenieros de Proyecto

El puesto de ingeniero de proyecto a menudo se llama ingeniero de campo o asistente de gerente de proyecto, dependiendo de la empresa. Sus responsabilidades principales son apoyar al gerente de proyecto y al superintendente, aunque su trayectoria profesional generalmente sigue un camino que conduce a la gestión de proyectos. Las actividades específicas de las que serán responsables incluyen gestionar envíos de aprobación, solicitudes de información (RFI), y minutas de reunión. Otras

responsabilidades incluyen tomar dimensiones de campo, negociar órdenes de cambio menores, actualizaciones de programación, coordinar archivos BIM, rastrear y documentar puntos LEED, crear listas de pendientes (punch lists), cerrar documentos, y cualquier otra cosa que pueda ser requerida por el PM o el superintendente para completar el proyecto.

Otros Puestos

Otros puestos en una empresa de construcción comercial que se explican por sí mismos incluyen programador de proyecto, estimador, contador de proyecto, secretaria de obra, y mercadotecnia.

TRABAJADORES DE OFICIO

Existe una variedad de títulos de trabajadores que corresponden a sus habilidades y oficio individuales. Muchos de estos, como albañiles de ladrillo, carpinteros, y instaladores de tablaroca, se explican por sí mismos. Sin embargo, varios pueden no ser familiares y se describen a continuación:

- *Enmasilladores (tapers o jointers)*: sellan las juntas en la tablaroca u otros tipos de tableros similares.
- *Vidrieros (glaziers)*: cortan e instalan vidrio, material plástico, y espejos para ventanas, muros cortina, y fachadas (storefronts).
- *Armadores de varilla (rodbusters)*: fabrican, atan, e instalan barras de refuerzo para estructuras de concreto.
- *Calderistas (boilermakers)*: fabrican y ensamblan acero estructural para ensambles de vapor, como calderas, recipientes a presión, y tuberías.
- *Montadores de maquinaria (millwrights)*: ensamblan y alinean máquinas y equipo rotativo, como turbinas y bombas.
- *Instaladores de tubería a presión (pipefitters)*: fabrican y ensamblan tubería de alta presión, a menudo en entornos industriales, como refinerías, plantas de energía, e instalaciones de tratamiento de agua.
- *Trabajadores de lámina metálica (sheet metal workers)*: fabrican e instalan ductos de HVAC.
- *Operadores*: operan maquinaria y equipo, como retroexcavadoras, grúas, o cargadores de dirección deslizante.
- *Trabajadores de acero (iron workers)*: fabrican y erigen acero estructural.

LEGISLACIÓN LABORAL

Existe una gran cantidad de legislación relacionada con el trabajo, por lo que es fundamental que los gerentes estén familiarizados con las leyes y qué reglas deben seguirse. Las siguientes secciones proporcionan un resumen de alto nivel de algunas de las legislaciones más importantes que se han implementado.

Ley de Normas Laborales Justas (FLSA)

La Ley de Normas Laborales Justas (FLSA) se aprobó originalmente en 1938 y a menudo se conoce como la ley del salario mínimo. Establece un salario mínimo, pago de horas extra, requisitos de mantenimiento de registros, y estándares de empleo juvenil.

Ley de Reforma de Inmigración Ilegal y Responsabilidad del Inmigrante (IIRAIRA)

La IIRAIRA es una ley del Congreso para reforzar las leyes de inmigración existentes y asegurar la elegibilidad de un solicitante para trabajar en los Estados Unidos. La forma principal en que se verifica la elegibilidad es con un formulario I-9, que debe presentarse dentro de los tres días hábiles del primer día de empleo del trabajador. El empleador puede solicitar la prueba de elegibilidad, y puede incluir documentación como un pasaporte, una tarjeta de residente permanente, o combinaciones de otra documentación. El I-9 no debe confundirse con un W-4 (Certificado de Exención de Retención del Empleado), que se refiere a las retenciones de impuestos del cheque de pago. E-Verify es un nuevo sistema basado en internet creado por el gobierno federal que verifica el I-9 y la documentación de apoyo con los registros del Departamento de Seguridad Nacional, la Administración del Seguro Social, y otras agencias gubernamentales (véase la Figura 10-1). Es una forma mucho más rápida y precisa de verificar el estatus de empleo de todos los trabajadores. E-Verify no reemplaza al I-9, pero mejora la forma en que se presenta.

Figura 10-1 E-Verify



Civil Rights Act

Reimpreso con autorización de los Servicios de Ciudadanía e Inmigración de EE. UU.

Leyes de Derechos Civiles

Existen varias leyes de derechos civiles que se han aprobado y que prohíben la discriminación en el lugar de trabajo. La primera de ellas es la Ley de Derechos Civiles de 1965, y se ha ampliado con la Ley de Discriminación por Edad en el Empleo de 1967, la Ley de Estadounidenses con Discapacidades de 1990, y la Ley de Derechos Civiles de 1991. Todas estas leyes protegen a los empleados de la discriminación y el acoso en el lugar de trabajo por motivos de edad, color, discapacidad, género, embarazo, origen nacional, raza, religión, orientación sexual, estatus de veterano, e información genética.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

37. ¿Qué oficio ata y coloca la varilla? A. rigger B. armador de varilla (rod buster) C. operador de martinete D. trabajador de acero
38. ¿Qué puesto tradicionalmente tiene varios gerentes de proyecto del mismo proyecto reportándole? A. ejecutivo de proyecto B. gerente de proyecto senior C. superintendente senior D. ingeniero de proyecto
39. ¿Cuál de los siguientes documentos se usa para probar la elegibilidad para trabajar en los Estados Unidos? A. I-9 B. W4 C. IIRAIRA D. 1099

MOVILIZACIÓN DEL SITIO DE OBRA

OFICINA DE CAMPO

La mayoría de los proyectos comerciales requieren algún tipo de oficina de campo para gestionar el proyecto. Para proyectos en un campus existente, a menudo se usan instalaciones existentes cercanas al sitio. Para proyectos en terreno virgen, o si no hay instalaciones existentes disponibles, se usan remolques de oficina temporales. Estas instalaciones se usan para trabajo administrativo y almacenamiento de papeleo, y proporcionan un lugar seguro para guardar los documentos de permiso y realizar reuniones. Esto típicamente es donde el propietario y el diseñador llegarán primero a inspeccionar la obra, y por esto, debe mantenerse limpia y profesional. Correcta o incorrectamente, la condición de la oficina temporal a menudo se ve como una prueba de fuego de cuán bien se está dirigiendo el proyecto. Al equipar una oficina temporal, deben considerarse los siguientes elementos:

- escritorios, sillas, mesas de conferencia, y otro mobiliario/accesorios/equipo (FF&E)
- mesas y estantes para planos
- archiveros
- sistema temporal de teléfono, fax, y datos
- instalaciones de baño, lavabo, y cocineta
- calefacción y enfriamiento
- servicios de limpieza
- máquina copiadora
- computadoras, servidor, y terminales (laptops/escritorio)
- suministros de oficina y papelería

Para más información, consulte a Fisk & Reynolds en la lista de referencias.

ENVÍOS DE APROBACIÓN (SUBMITTALS)

Una de las responsabilidades principales del ingeniero de proyecto es la recolección, revisión, coordinación, distribución, y seguimiento de los envíos de aprobación. El término envío de aprobación es un término general que se refiere a los datos de producto/material, planos de taller, y muestras requeridos por el diseñador para revisión antes de la instalación. Los materiales que deben enviarse, el número de copias, y la información específica a proporcionar pueden encontrarse en la sección de especificaciones técnicas del manual del proyecto. El propósito de los envíos de aprobación es verificar que el contratista ha comprendido la intención de diseño y/o completar el diseño para cumplir con la intención del diseñador.

Proceso de Envío de Aprobación

En la mayoría de los casos, los envíos de aprobación son ensamblados primero por el subcontratista. Los datos de producto/material, comúnmente llamados hojas de corte (cut sheets), son producidos por el fabricante del material. Las hojas de corte proporcionan las pruebas y estándares específicos que cumple el material. También pueden incluir las diversas opciones que tiene el material o equipo, y pueden ser usadas por el subcontratista para pedir el material al proveedor. Los planos de taller son diferentes de las hojas de datos de producto/material en que usualmente son documentos personalizados para el proyecto específico. Los planos de taller a menudo se parecen a los planos del diseñador, excepto que tienen mucho más detalle. El propósito de los planos de taller es mostrar al diseñador los medios y métodos específicos para cumplir con la intención de diseño de los planos contractuales. Los planos de taller aprobados luego se usan para fabricar e instalar el material.

Una vez que el subcontratista ensambla los datos del producto, los planos de taller, y las muestras, el paquete de envío se presenta formalmente al contratista general. Debe haber una carta de envío (transmittal) que acompañe al paquete de envío, que indique específicamente qué se envía, el número de copias incluidas, y cuáles son las secciones de especificación relevantes. El contratista general luego revisa el paquete y verifica que lo enviado sea consistente con los documentos contractuales. Además, es responsabilidad del contratista general coordinar todos los envíos de los oficios para evitar conflictos. Por ejemplo, los envíos del elevador deben coordinarse con los planos de taller del acero estructural para asegurar que el hueco del elevador tenga las dimensiones correctas. La información específica del oficio sobre el tamaño del hueco del elevador no se mostrará en los documentos contractuales, pero es una responsabilidad crítica de medios y métodos del contratista. Después de la revisión, los contratistas colocan sus sellos en los planos indicando si aceptan o no los envíos. La mayoría de los sellos de los contratistas indicarán si el envío 1) es aceptado, 2) es aceptado con comentarios, 3) necesita ser revisado y reenviado, o 4) es rechazado. Los contratistas comúnmente usan tinta verde para su revisión, los arquitectos usarán rojo, y los ingenieros azul.

Si el contratista general acepta el envío, lo transmitirá al arquitecto para su revisión. Si el envío involucra un oficio o sistema para el cual el arquitecto ha contratado a un ingeniero para diseñar, como estructural, civil, o MEP, el arquitecto lo enviará a ellos para su revisión. Después de que el ingeniero revisa el envío, lo transferirá al arquitecto, quien luego lo envía de vuelta al contratista general y finalmente de vuelta al subcontratista. El arquitecto y el ingeniero también sellarán el envío indicando si aceptan o rechazan los envíos como conformes con los documentos contractuales. Bajo la mayoría de los contratos, es solo después de que todas las partes han aceptado el envío que se puede pedir el material. Esto hace que ciertos envíos sean críticos y una actividad muy importante y temprana del trabajo.

Aprobación de Planos de Taller

Existe una gran cantidad de malentendidos sobre lo que significa la aceptación o aprobación del envío. En general, un envío aprobado significa que las partes han revisado el envío y parece estar en conformidad con el concepto de diseño. Los sellos de los envíos usarán un lenguaje muy laxo y no comprometedor. Es importante entender que los envíos de aprobación no son órdenes de cambio y no cambian las disposiciones ni el alcance del contrato. Si se envió el producto incorrecto pero fue aprobado por el arquitecto, no significa necesariamente que pueda ser instalado por el contratista. Existe mucha jurisprudencia sobre envíos mal aprobados, lo cual está fuera del alcance de esta guía de estudio. Sin embargo, como regla general, cualquier desviación entre el envío y los documentos contractuales debe identificarse claramente y llevarse a la atención de todas las partes, y si se acepta la desviación propuesta, debe formalizarse con una orden de cambio u otro documento contractual de cambio.

Para más información, consulte a Fisk & Reynolds en la lista de referencias.

DOCUMENTOS USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Existen muchos documentos usados en la construcción para autorizar acciones específicas de las diversas partes. A continuación se resumen algunos de los más comunes.

- *Aviso de otorgamiento y carta de intención:* documentos proporcionados por el propietario después de que se ha otorgado la oferta, pero antes de que se emita un contrato. Generalmente se usan para iniciar el proceso administrativo de avanzar hacia el contrato mientras se negocian

los términos finales del mismo. Las actividades típicas que estos documentos inician son la adquisición de seguros, la obtención de fianzas, y el inicio de los envíos de aprobación.

- *Aviso para proceder:* un documento emitido por el propietario después de que se firma el contrato, y es el inicio formal del proyecto. La fecha del documento es el inicio formal del proyecto y se usa para calcular cuándo se requiere contractualmente que termine. El aviso para proceder también es una certificación del propietario de que el sitio está libre de gravámenes y listo para que el contratista comience su trabajo sin impedimentos.
- *Orden de detención de trabajo:* un documento típicamente emitido por el propietario, ordenando al contratista detener todo el trabajo en el proyecto. La justificación puede variar desde problemas financieros del propietario, preocupaciones laborales, gravámenes no satisfechos, o mal desempeño del contratista.
- *Cronograma de valores:* típicamente se requiere al inicio del proyecto y proporciona un desglose del costo del trabajo. El cronograma de valores se usa más a menudo para los pagos de avance.
- *Permisos:* documentos proporcionados por el municipio con jurisdicción para aprobar la construcción de un proyecto con base en los documentos contractuales desarrollados por el diseñador. El contratista general típicamente es responsable de obtener el permiso maestro; sin embargo, los subcontratistas especializados pueden estar obligados a obtener permisos especializados, como para los sistemas mecánico, eléctrico, y de plomería.
- *Certificado de finalización sustancial:* un documento que indica que el propietario ha aceptado el edificio y que puede usarse para su propósito previsto. Típicamente, esto inicia el periodo de garantía. La finalización sustancial no significa que el proyecto esté terminado, porque a menudo hay una lista de pendientes (punch list) y documentación de cierre por completar.
- *Certificado de ocupación:* un documento emitido por el municipio con jurisdicción que indica que el edificio es seguro para ocupar, y cierra formalmente el permiso. Este documento no significa que el edificio esté terminado, y a menudo es un prerrequisito para la finalización sustancial. Este documento permite al propietario comenzar a instalar su FF&E.
- *Solicitud de información (RFI):* documenta formalmente una pregunta o solicitud de aclaración por parte del contratista al diseñador. La respuesta no altera formalmente el alcance, tiempo, o precio del contrato, y no debe usarse como sustituto de una orden de cambio.
- *Registro de planos as-built:* documentos mantenidos por el contratista que muestran todas las desviaciones y cambios en la instalación del trabajo respecto a lo mostrado en los documentos contractuales.
- *Orden de cambio:* el documento que cambia formalmente el costo, duración, o alcance del acuerdo contractual. Con los contratos AIA, para que se ejecute una orden de cambio, el arquitecto, el propietario, y el contratista deben acordar los cambios.
- *Directiva de cambio de construcción (CCD):* un documento emitido por el propietario/diseñador que dirige al contratista a proceder con cambios al trabajo sin necesariamente acordar un precio. La ventaja de este documento es que el trabajo puede proceder sin tener que esperar a que la orden de cambio se procese formalmente. Sin embargo, si existen disputas sobre el precio, el contratista ha perdido gran parte de su poder de negociación si el trabajo ya se ha completado. Con los contratos AIA, las directivas de cambio de construcción requieren el acuerdo del propietario y el arquitecto para ser válidas.
- *Cambios menores:* un término incluido en los contratos AIA que permite a los arquitectos, sin necesariamente tener la aprobación del propietario o el contratista, autorizar pequeños

cambios en el trabajo. Los cambios menores pueden afectar el costo y el cronograma, lo cual finalmente necesitaría reconciliarse con una orden de cambio.

- *Instrucción suplementaria del arquitecto (ASI)*: un documento incluido con los contratos AIA y usado para cambios menores en el alcance sin ningún cambio en el cronograma o los costos.

RECLAMACIONES Y DISPUTAS

Una reclamación de construcción es una solicitud no resuelta por parte del contratista de tiempo o dinero adicional como resultado de una condición que cree está fuera de los términos del contrato. Algunas de las causas más comunes de reclamaciones son las siguientes:

- procesamiento lento de órdenes de cambio, RFI, y envíos de aprobación
- fijación de precios de cambios de construcción no resueltos
- condiciones del sitio diferentes a las esperadas
- condiciones climáticas extremas o inusuales
- pérdida de productividad por órdenes de cambio excesivas o mala coordinación del propietario/diseñador
- errores y omisiones en los documentos contractuales

Para más información, consulte a Fisk & Reynolds en la lista de referencias.

Conflicto entre Planos y Especificaciones

Los diseños apresurados, los presupuestos/cronogramas de diseño comprimidos, las especificaciones genéricas (boilerplate), y los cambios de diseño excesivos a menudo conducen a documentos de diseño que no logran definir adecuadamente el trabajo a realizar por el contratista, y pueden llevar a reclamaciones y disputas. A menudo, los sistemas y materiales se describen tanto en los planos como en las especificaciones. Este arreglo crea una situación en la que es fácil que se generen discrepancias. Como regla, cuando existe una discrepancia entre los planos y las especificaciones, las especificaciones prevalecen.

Cinco Principios de la Administración del Contrato

Fisk y Reynolds identifican cinco principios de la administración del contrato:

40. El documento debe leerse como un todo. Todas las disposiciones en el contrato o documento contractual tienen significado y pueden influir en la interpretación de cualquier disposición o cláusula individual del contrato.
41. Los documentos se interpretarán en contra del redactor. Lo que esto significa es que cuando existe una disputa razonable en la que ambas partes tienen reclamos válidos, los documentos se interpretarán en contra de la parte que los redactó.
42. Los documentos sustituyen toda discusión previa. Los compromisos verbales y todos los demás entendimientos quedan sustituidos por el contrato más actual.
43. Los términos específicos prevalecen sobre los términos generales. Cuando ocurren conflictos, los tribunales han dictaminado que los términos específicos se redactaron de manera más intencional para la situación específica y, por lo tanto, reflejan más acertadamente la intención del contrato.

44. El documento debe leerse en el contexto del oficio. Básicamente, el lenguaje del contrato se leerá e interpretará en el lenguaje (jerga) usado por las partes a las que se aplica.

Para más información, consulte a Fisk & Reynolds en la lista de referencias.

RESOLUCIÓN DE RECLAMACIONES

Existen varias técnicas a disposición de las partes que se usan para resolver reclamaciones. Los cuatro remedios de reclamación más comunes son la negociación, la mediación, el arbitraje, y la litigación.

Negociación

La negociación es la mejor opción cuando surge una disputa. Las negociaciones involucran a todas las partes trabajando una solución entre ellas mismas sin la costosa participación externa. Las negociaciones exitosas incluyen compromisos, y las negociaciones deben emprenderse con el entendimiento de que todas las partes probablemente tendrán que renunciar a algo. La expresión “las cabezas frías prevalecen” es aplicable a las negociaciones, y todos los arreglos propuestos deben sopesarse contra el costo de los abogados, las tarifas judiciales, y otros gastos legales.

Mediación

La mediación es similar a la negociación, pero incluye a un mediador neutral de un tercero que asiste con la negociación. El proceso de mediación no es vinculante, y cualquier parte puede detener el proceso en cualquier momento. El mediador a menudo es un negociador hábil y busca formas para que ambas partes lleguen a un acuerdo aceptable. El costo del mediador puede variar desde unos cientos hasta unos pocos miles de dólares al día, lo cual es significativamente menor que el arbitraje y la litigación.

Arbitraje

El arbitraje es una forma de resolución de disputas que a menudo se incluye en el contrato como una alternativa requerida a la litigación. La Asociación Americana de Arbitraje es el organismo certificador más reconocido para árbitros y a menudo se referencia en los contratos. Las cláusulas en los contratos, acordadas antes de que ocurra la disputa, a menudo requieren el arbitraje como medio de resolución formal de disputas y hacen que sus decisiones sean legalmente vinculantes. El arbitraje es ampliamente aceptado como una alternativa más rápida y menos costosa que la litigación.

Litigación

La opción final para disputar reclamaciones es la litigación formal a través de los tribunales. Esto generalmente se considera el último recurso debido al alto costo de los honorarios legales y judiciales. La opinión de muchos contratistas es que si una reclamación llega a litigación, no es cuestión de ganar sino de quién pierde menos. La litigación se registra formalmente y puede ser vista por los clientes como un mal antecedente y disuadirlos de dar trabajo futuro al contratista.

CONTROL DE CALIDAD

Se ha dicho que existen tres patas en cualquier proyecto de construcción: costo, tiempo, y calidad. La calidad es quizás la menos tangible, pero de ninguna manera la menos importante. Desde el punto de vista del contratista, el control de calidad es el acto de asegurar que el edificio descrito en los documentos contractuales se construya según las pruebas, estándares, códigos, tolerancias, y la

intención de diseño especificados. Sin embargo, la calidad no simplemente sucede. Como todo lo demás en un proyecto de construcción, la calidad debe planearse y gestionarse. Esto a menudo se denomina plan de aseguramiento de calidad/control de calidad (QAQC). Cada plan QAQC debe adaptarse al trabajo específico; sin embargo, existen varias prácticas usadas para garantizar la calidad por la que pagó el propietario.

Inspecciones y Pruebas

Todos los edificios necesitarán ser inspeccionados como parte del permiso de construcción. Sin embargo, el código de construcción representa el nivel mínimo de calidad permitido. Deben usarse inspecciones adicionales por parte del superintendente, el gerente de proyecto, inspectores especiales (por ejemplo, un especialista en impermeabilización), y los ejecutivos/propietarios de los subcontratistas para garantizar la calidad del trabajo. A menudo es una buena práctica que el superintendente inspeccione el trabajo con los capataces de los subcontratistas para reforzar a las cuadrillas que la calidad es un aspecto importante del proyecto y será monitoreada. El trabajo defectuoso debe rehacerse sin compromiso. Las excepciones solo traen complicaciones y dolores de cabeza al contratista más adelante. También es buena práctica invitar al propietario y al diseñador a inspeccionar el trabajo antes de que se oculte, como antes de instalar la tablaroca en ambos lados de un muro o antes de instalar las losetas del plafón acústico.

Reunión Previa a la Instalación

Antes de que los subcontratistas comiencen el trabajo, o antes del inicio de una parte importante de su trabajo, se recomienda una reunión con el gerente de proyecto, el superintendente, y el subcontratista. En esta reunión deben discutirse las expectativas claras de calidad, junto con cómo se logrará y evaluará esta calidad. Deben revisarse los envíos de aprobación y las especificaciones, además de los planos. Deben seguirse estrictamente las recomendaciones del fabricante y los requisitos de prueba, según se indique en los envíos.

Uso de Contratistas Calificados

Idealmente, solo deberían poder licitar los contratistas que han sido precalificados. Como parte del proceso de precalificación, los subcontratistas deben demostrar que tienen la experiencia y calificaciones necesarias para completar el alcance de trabajo según los estándares especificados. Si el subcontratista no está precalificado, la carga recae en el gerente de proyecto para evaluar si el subcontratista es capaz de completar el trabajo antes de otorgarle el proyecto.

Inspecciones de Fábrica

A menudo, los fabricantes inspeccionarán el trabajo de los contratistas autorizados. Los representantes de fábrica tienen la mayor experiencia y conocimiento de su producto. Necesitarán honrar la garantía del producto, por lo que están bien motivados para evaluar honestamente la instalación.

Maquetas y Muestras (Mock-Ups)

Una maqueta (mock-up) es una pequeña muestra del trabajo que se instalará a gran escala. Las maquetas son excelentes herramientas usadas para dar al propietario y al diseñador una imagen precisa del nivel de calidad que puede esperarse con el producto terminado. La maqueta no necesita estar libre de defectos, aunque debe ser consistente con los requisitos de los documentos contractuales. Si se presta especial atención a la maqueta y excede el nivel de acabado o calidad que el propietario compró,

el diseñador y el propietario pueden tener expectativas falsas, lo cual puede llevar a disputas más adelante en el proyecto.

Material Almacenado

Debe tenerse cuidado con el material almacenado para evitar que se dañe. Dependiendo del tipo de material que sea, debe cubrirse o protegerse de alguna otra manera. También debe ubicarse lejos de las áreas de alto tráfico para minimizar la posibilidad de daño accidental. Si es posible, el material en el sitio debe minimizarse para reducir la posibilidad de daño o robo.

Para más información, consulte a Fisk & Reynolds en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – MOVILIZACIÓN DEL SITIO DE OBRA

45. ¿Cuál de los siguientes documentos se considera un envío de aprobación? A. RFI B. especificación C. orden de cambio D. plano de taller
46. ¿De qué color marcan típicamente los contratistas sus envíos de aprobación? A. verde B. rojo C. azul D. naranja
47. ¿Quién es más comúnmente responsable de crear los planos de taller? A. arquitecto B. propietario C. contratista general D. subcontratista
48. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera si los documentos contractuales requerían varilla #6, pero se envió y aprobó varilla #5 por el contratista general y el arquitecto? A. la aprobación del envío permite al contratista usar la varilla #5 B. la aprobación del envío permite al contratista usar la varilla #5 solo si se otorga un crédito C. debe emitirse un nuevo envío para la varilla #5 destacando el cambio, pero el material puede pedirse D. el envío aprobado no cambia el alcance de los documentos contractuales
49. ¿Cuál de los siguientes documentos inicia el cronograma del contratista para completar el proyecto? A. aviso de otorgamiento B. carta de intención C. aviso para proceder D. orden de inicio de trabajo
50. ¿Cuál de los siguientes métodos alternativos de disputa a menudo se requiere por contrato para resolver una reclamación? A. negociación B. mediación C. arbitraje D. litigación

CIERRE DEL PROYECTO

CIERRE Y ENTREGA

La fase final de un proyecto de construcción es la fase de cierre y entrega. Este es el periodo de tiempo en que se completa la lista de pendientes, el edificio es operado y usado por el propietario, y el contratista recibe su pago final. El proceso puede parecer simple, pero en realidad es bastante complejo. Los contratistas a menudo se lamentan de que conseguir el último 5 % de su dinero es lo más difícil.

Finalización Sustancial

El término finalización sustancial se usa para denotar un punto específico en el proyecto cuando el propietario puede usar el edificio para su propósito previsto. Las condiciones que deben cumplirse para alcanzar la finalización sustancial varían según el contrato, pero generalmente incluyen el certificado de ocupación por parte del departamento de construcción, la aprobación del jefe de bomberos, las liberaciones de gravámenes para todo el trabajo colocado, y la finalización de todo el trabajo excepto los elementos menores de la lista de pendientes. Usualmente la fecha de finalización sustancial se usa para

iniciar el periodo de garantía; sin embargo, pueden usarse otros términos, como ocupación beneficiosa o finalización final. Debe tenerse cuidado cuando se usan estas frases, porque significan cosas muy diferentes.

La finalización sustancial también es importante para el contratista porque desencadena la liberación de la retención. A menudo, la liberación de la retención puede preocupar a los propietarios porque elimina el apalancamiento financiero sobre el contratista. Es importante discutir los pasos y requisitos de la finalización final con el propietario por adelantado, para que cuando llegue el momento haya un proceso claro y un conjunto de hitos que se hayan acordado previamente.

Lista de Pendientes (Punch List)

Cuando el contratista se acerca a la finalización del proyecto y ha realizado sus propias verificaciones internas de calidad, solicitará al propietario y al diseñador que recorran el proyecto y generen su lista de pendientes. La lista de pendientes es una lista de elementos menores incompletos o elementos que son inaceptables para el propietario o el diseñador. Generalmente, el propietario y el diseñador tienen solo una oportunidad de generar esta lista, por lo que el edificio debe estar muy cerca de terminado antes de que acuerden crear la lista de pendientes formal.

Documentación de Cierre

Como parte del paquete de cierre, se requiere que el contratista proporcione al propietario toda la documentación de cierre. Esta documentación a menudo incluye múltiples carpetas de tres anillos llenas de datos operativos y de mantenimiento, información de contacto de subcontratistas, información de garantía, y toda la demás información necesaria para que el propietario tome control y mantenga el edificio. Muchos contratos requieren que el contratista se reúna con el personal de mantenimiento de instalaciones del propietario y los capacite presencialmente sobre la operación del edificio. Una buena práctica, ya sea requerida o no, es grabar en video la capacitación. El stock de ático (attic stock) es material adicional o una pequeña cantidad de material sin abrir que puede usar el propietario durante la operación normal del edificio. Un paquete de baldosas cuadradas de alfombra o losetas de plafón acústico es común y se usa para reparar daños que ocurren por el desgaste normal. Si se instala un sistema de gestión de edificios o un sistema de gestión de energía con el edificio, pueden necesitarse varias reuniones para transferir todas las contraseñas y otros requisitos operativos al equipo del propietario. Debido a que la tecnología se ha vuelto más común, los documentos de cierre a menudo se transmiten electrónicamente como archivos buscables o se incluyen como un modelo BIM.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – CIERRE DEL PROYECTO

51. ¿Cuál de los siguientes documentos típicamente inicia el periodo de garantía? A. pago final B. finalización sustancial C. finalización de la lista de pendientes D. certificado de ocupación
52. ¿Cuál de los siguientes es un término usado para describir elementos menores incompletos o deficientes que deben completarse antes de la aceptación final de un edificio? A. lista de pendientes (punch list) B. lista de deficiencias C. lista de elementos incompletos D. lista de pago por finalización

SOSTENIBILIDAD

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

El término sostenibilidad, por definición, significa la capacidad de algo de mantenerse o sostenerse indefinidamente. Charles Kibert indica que “la construcción sostenible aborda de manera más integral los temas ecológicos, sociales, y económicos de un edificio en el contexto de su comunidad”. Los edificios verdaderamente sostenibles, con 100 % de energía renovable, ciclos de materiales cerrados, e integración ambiental completa, son muy raros. Sin embargo, los edificios verdes o de alto desempeño que proporcionan mejoras incrementales hacia la sostenibilidad son bastante comunes y se están volviendo mucho más generalizados (Kibert). Los edificios verdes usan energía, agua, y material de manera más eficiente que los edificios tradicionales, y buscan proporcionar un ambiente interior más saludable para los ocupantes. En los Estados Unidos, el método tangible más común para medir el avance hacia la sostenibilidad es el sistema de clasificación LEED. Un segundo sistema de clasificación, menos común en los Estados Unidos, es el sistema canadiense Green Globe. Otros sistemas similares usados internacionalmente incluyen BREEAM en el Reino Unido, Green Star en Australia, y CASBEE en Japón. Todos tienen metas similares, pero diferentes métodos para ponderar y evaluar el diseño de edificios verdes.

Para más información, consulte a Kibert en la lista de referencias.

Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED)

El sistema de clasificación Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED) del Consejo de Construcción Verde de EE. UU. (USGBC) es, por mucho, el sistema de clasificación de edificios verdes comerciales más común en los Estados Unidos. La primera versión piloto de LEED data de 1998 y continúa evolucionando con la versión más reciente (v4) introducida a finales de 2013. LEED se enfoca en seis aspectos principales de la construcción verde. El aspecto de energía y atmósfera recibe la máxima prioridad.

- energía y atmósfera
- ubicación y transporte
- sitios sostenibles
- eficiencia del agua
- materiales y recursos
- calidad ambiental interior

LEED es un sistema basado en puntos mediante el cual los edificios reciben niveles de certificación (certificado, plata, oro, y platino) según el número de puntos obtenidos. Los puntos se dividen en categorías que incluyen las áreas de enfoque principales mencionadas anteriormente, así como categorías de innovación y prioridad regional. LEED establece requisitos mínimos verdes, llamados prerrequisitos, que deben cumplirse para obtener cualquier certificación. Todos los demás puntos son opcionales; sin embargo, deben cumplirse suficientes puntos opcionales para obtener una certificación.

El USGBC desarrolló un sistema de acreditación de personas con conocimiento del sistema de clasificación LEED y la construcción verde en general. El primer nivel es el LEED Green Associate, seguido del LEED Accredited Professional. También ofrecen el LEED Fellow, para quienes tienen una carrera distinguida en construcción verde y sostenibilidad.

Para más información, consulte a Kibert y a Halpin & Senior en la lista de referencias.

PREGUNTAS DE ESTUDIO – SOSTENIBILIDAD

53. ¿Cuál es el sistema de clasificación de edificios verdes más común en los Estados Unidos para edificios comerciales? A. Green Globes B. LEED C. CASBEE D. Green Star

54. ¿Cuál de las siguientes es la credencial LEED inicial disponible para individuos? A. LEED Green Associate B. LEED V1 C. LEED Accredited Professional D. LEED Lt
-

RESPUESTAS – CAPÍTULO 10

Adquisición de recursos: 1. D 2. B 3. D

Funciones y responsabilidades: 1. B 2. B 3. A

Movilización del sitio de obra: 1. D 2. A 3. D 4. D 5. C 6. C

Cierre del proyecto: 1. B 2. A

Sostenibilidad: 1. B 2. A

Examen de Asociado de Construcción Certificado

(Certified Associate Constructor Exam)

Guía de Estudio Oficial

PARTE V

Referencias Bibliográficas del Examen Nivel 1 (CAC)

Revisado en diciembre de 2022

REFERENCIAS ► EXAMEN CAC

Nota del traductor: los títulos de las obras se conservan en su idioma e edición originales (inglés), conforme a la práctica estándar para listas de referencias bibliográficas, ya que corresponden a publicaciones reales que deben citarse exactamente como fueron publicadas. Únicamente se han traducido los encabezados de sección.

REFERENCIAS PARA EL EXAMEN NIVEL 1 (CAC)

Allen, E. and Iano, J. (2013). *Fundamentals of Building Construction: Materials and Methods*. 6th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.

American Institute of Architects. (2007). *General Conditions of the Contract for Construction A201-2007*. 15th ed. Washington: DC.

American Institute of Constructors. (2015). *Constructor's Code of Ethics*. Retrieved from <http://www.professionalconstructor.org/> on 11/05/15.

American Institute of Steel Construction Manual Committee. (2001). *Manual of Steel Construction: Load and Resistance Factor Design*. 3rd ed. American Institute of Steel Construction.

Associated General Contractors. (2004). *Construction Planning and Scheduling*. Arlington, VA.

Associated General Contractors. (2005). *Construction Estimating and Bidding*. Alexandria, VA.

Barrie, D.S. and Paulson, B. (2001). *Professional Construction Management: Including CM, Design-Construct and General Contracting*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

Beer, F.P., Johnston, E.R., and Mazurek, D. (2012). *Vector Mechanics for Engineers: Statics*. 10th Ed. New York: McGraw-Hill.

Breyer, D.E., Cobeen, K.E., Fridley, K.J., and Pollock, D.G. (2014). *Design of Wood Structures – ASD/RFD*. 7th Ed. New York: McGraw-Hill.

Brown, W.C. (2012). *Print Reading for Construction: Residential and Commercial*. 6th ed. South Holland, IL: Goodheart-Willcox Company, Inc.

Cavanaugh, B.F. (2014). *Surveying with Construction Applications*. 8th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Ching, F.D. and Winkle, S.R. (2012). *Building Codes Illustrated: A Guide to Understanding the 2012 International Building Code*. 4th ed. New York: John Wiley and Sons, Inc.

Collier, K. (2001). *Construction Contracts*. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Concrete Reinforcing Steel Institute. (2011). *Manual of Standard Practices*. 28th ed. Schaumburg, IL.

Construction Specifications Institute. (2014). *Master Format: Manual of Practice*. 8th printing. Alexandria, VA.

Dagostino, F.R. and Peterson, S.J. (2015). Estimating in Building Construction. 9th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.

De Vita, D. and Clarke, S. (2013). Company and Project Safety Performance: A Best Practice Guide for the Construction Industry. Center for the Improvement of Construction Management and Processes. Clemson University, SC.

Dishong, B.E. (2000). Essential Structural Technology for Construction and Architecture. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Engineers Joint Contract Documents Committee. (2013). Standard General Conditions of the Construction Contract EJCDC C-700. 2013 ed. Alexandria, VA: National Society of Professional Engineers.

Fisk, E.R. and Reynolds, W.D. (2014). Construction Project Administration. 10th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.

Ghilani, C.D. and Wolf, P.R. (2015). Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics. 14th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Goetsch, D.L. (2013). Construction Safety & Health. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Gould, F.E. and Joyce, N.E. (2014). Construction Project Management. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.

Halpin, D.W. and Senior, B.A. (2011). Financial Management and Accounting Fundamentals for Construction. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Holm, L., Schaufelberger, J., Griffin, D., and Cole, T. (2005). Construction Cost Estimating Process and Practices. 1st ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Hurd, M.K. (2005). Formwork for Concrete. 7th ed. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.

International Code Council. (2012). The International Building Code. 2nd printing. Washington, D.C.

Johnston, D.W. (2014). SP-4 Formwork for Concrete. 8th ed. American Concrete Institute.

Kibert, C.J. (2013). Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. 3rd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Kosmatka, S.H. and Wilson, M.L. (2011). Design and Control of Concrete Mixtures: Engineering Bulletin. 145th ed. Portland Cement Association.

Levy, S.M. (2011). Project Management in Construction. 6th ed. New York: McGraw-Hill.

Liu, C. and Evett, J.B. (2013). Soils and Foundations. 8th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Mangan Communications. (most recent). 29 CFR 1926 OSHA Construction Industry Regulations. Davenport, IA.

Marotta, T.W. and Coffey, J. (2010). Basic Construction Materials. 8th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

McCormac, J.C. and Brown, R.H. (2013). Design of Reinforced Concrete. 9th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Means, R.S. (Latest). Means Building Construction Cost Data. Available at <https://www.rsmeansonline.com/>.

Mincks, W.R. and Johnston, H. (2010). Construction Jobsite Management. 3rd ed. Albany, NY: Delmar Publishers, Inc.

Mubarak, S. (2010). Construction Project Scheduling and Control. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Muller, E.J., Fausett, J.G., and Grau, P.A. (2008). Architectural Drawing and Light Construction. 8th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Nunnally, S.W. (2010). Construction Methods and Management. 8th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Peurifoy, R.L. and Oberlender, G.D. (2013). Estimating Construction Costs. 6th ed. New York: McGraw-Hill.

Peurifoy, R.L., Schmitt, R., Schexnayder, C.J., and Shapira, A. (2010). Construction Planning, Equipment, and Methods. 8th ed. New York: McGraw-Hill.

Pierce, Jr., D.R. (2012). Project Scheduling and Management for Construction. 4th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Portland Cement Association. (2011). Design and Control of Concrete Mixtures. 15th ed. Skokie, IL.

Roberts, J. (1994). Construction Surveying: Layout and Dimension Control. Albany, NY: Delmar Publishers, Inc.

Schneier, M.M. and Sweet, J. (2012). Legal Aspects of Architecture Engineering and the Construction Process. 9th ed. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company.

Sears, G.A. and Sears, S.K. (2012). Construction Project Management. 6th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Shaeffer, R.E. (2006). Elementary Structures for Architects and Builders. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Stein, B. and Reynolds, J.S. (2005). Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 10th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Janis, R.R. and Tao, W. (2013). Mechanical and Electrical Systems in Buildings. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

U.S. Department of Labor. (2015). OSHA Technical Manual (OTM). OSHA Instruction TED 01-00-015. Retrieved from https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_v/otm_v_2.html on 11/5/2015.

Walker, F.R. (most recent edition). Walker's Building Estimator's Reference Book. Lisle, IL: Frank R. Walker Company.

Weidhaas, E.R. (2001). Architectural Drafting and Light Construction. Albany, NY: Delmar Publishers, Inc.

Woods, W.R., Andres, C.K., and Smith, R.C. (2014). Principles and Practices of Commercial Construction. 9th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.

Wu, J.B. (1999). Applied Statics, Strength of Materials, and Building Structure Design. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Examen de Asociado de Construcción Certificado

(Certified Associate Constructor Exam)

Guía de Estudio Oficial

PARTE VI

Examen de Práctica (100 preguntas) y Figuras de Apoyo

Revisado en diciembre de 2022

EXAMEN DE PRÁCTICA ► EXAMEN CAC

INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN DE PRÁCTICA

El siguiente examen de práctica contiene 100 preguntas de opción múltiple similares a las que encontrará en el Examen de Certificación de Asociado de Construcción Certificado Nivel 1. El número de preguntas en cada sección del examen de práctica es proporcional al peso de cada categoría temática. Se proporciona una matriz de autoevaluación junto con la clave de respuestas al final del examen. Seleccione la respuesta más correcta proporcionada.

HABILIDADES DE COMUNICACIÓN

1. ¿Cuál sería el medio más apropiado para que el contratista comunique al propietario del proyecto una condición imprevista no identificada en el informe geotécnico? A. Documentar el problema en el diario de obra B. Emitir un memorando del sitio de obra C. Redactar un informe de construcción D. Escribir una carta comercial formal
2. ¿Cuál es el mejor momento para distribuir la agenda de trabajo a los participantes de una reunión? A. Como seguimiento a la reunión B. Al inicio de la reunión C. Aproximadamente un día después de la reunión D. Aproximadamente un día antes de la reunión
3. El contratista ha encargado a su ingeniero de proyecto desarrollar una agenda para una reunión preconstructiva con el arquitecto y el propietario. El ingeniero de proyecto ha recibido numerosos correos electrónicos y RFI de subcontratistas y proveedores solicitando una amplia gama de información. ¿Qué documento es más apropiado para distinguir entre los temas apropiados para la reunión y los temas que se abordan mejor por otros medios? A. Condiciones generales B. Requisitos generales C. Especificaciones técnicas D. Condiciones suplementarias
4. ¿Cuál es el mejor momento para distribuir las minutas de la reunión a los participantes? A. Al inicio de la reunión B. Aproximadamente un día después de la reunión C. Aproximadamente una hora antes de la reunión D. Aproximadamente un día antes de la reunión
5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera sobre el uso de mensajes de texto como medio de comunicación en la industria de la construcción? A. Un medio fácil y efectivo de documentar la comunicación B. Apropiado para aclarar, pero no para instrucciones formales C. Debe evitarse completamente en la construcción D. Aceptable para comunicación si está específicamente permitido en el contrato
6. Un subcontratista identifica una discrepancia significativa entre los planos arquitectónicos y estructurales. El subcontratista se reúne inmediatamente con el contratista general en su remolque de obra para discutir la discrepancia. El contratista general está de acuerdo en que esto podría ser un cambio significativo dependiendo de cuál de los planos describe la intención del diseñador. ¿Cuál de las siguientes acciones es la más apropiada en esta situación? A. Redactar una propuesta de orden de cambio y organizar una reunión con el equipo de diseño y el propietario para resolver el conflicto. B. Redactar una RFI que describa la discrepancia en detalle y enviarla inmediatamente al arquitecto. C. Enviar un mensaje de texto breve alertando al equipo de diseño del problema y discutir la discrepancia en detalle en la próxima reunión. D. Enviar un correo electrónico al ingeniero de registro para recopilar información de antecedentes relevante y dar seguimiento con una RFI formal al arquitecto.

7. ¿Cuáles son las habilidades de liderazgo necesarias para dirigir una reunión productiva? A. Planificación, preguntas exploratorias, respuesta crítica, y toma de decisiones B. Planificación, sincronización, coordinación, indagación, respuesta crítica, y seguimiento C. Escuchar atentamente, responder constructivamente, solicitar todas las ideas, y ajustar la toma de decisiones a la situación D. Coordinar, escuchar selectivamente, responder críticamente, solicitar ideas de apoyo, y ajustar la toma de decisiones a la situación
8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones hechas por las partes indicadas a continuación es menos probable que se haga en una reunión de avance entre propietario, arquitecto y contratista? A. Contratista: “Hay 14 RFI sin responder en el registro.” B. Superintendente: “Un inspector externo ayudará a supervisar la instalación del techado.” C. Propietario: “Es muy probable que la propuesta de orden de cambio #23 sea aceptada.” D. Gerente de proyecto: “La tasa de fianza para el subcontratista ABC es de 1.45%.”
9. ¿Cuál es el porcentaje de retención de un oyente en una conversación oral? A. 10% B. 50% C. 60% D. 90%
10. ¿Cuál de los siguientes métodos de comunicación es la forma más efectiva de saber que la comunicación ha sido comprendida? A. El emisor debe hacer preguntas cerradas y decirle al receptor dos veces. B. El emisor debe hacer preguntas abiertas y hacer que hablen. C. El emisor debe preguntar cómo se sienten y cuál es su actitud hacia la actividad. D. El emisor debe decirles qué hacer y hacer que regresen al trabajo rápidamente.
11. ¿Cuál de los siguientes es el mejor ejemplo de una pregunta abierta? A. ¿Entiendes qué trabajo se supone que debe completarse? B. ¿Sabes qué pala traerme del cobertizo de herramientas? C. ¿Qué pasos vas a tomar para completar la actividad? D. ¿Cómo te sientes acerca de completar las actividades asignadas?

CONCEPTOS DE INGENIERÍA

12. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre las organizaciones indicadas y la justificación de su uso es más apropiada cuando los diseñadores desarrollan las especificaciones del proyecto? A. Organizar los materiales de construcción por capítulos del Código Internacional de Construcción para facilitar las inspecciones por la autoridad con jurisdicción. B. Usar únicamente materiales probados por Underwriters Laboratories para garantizar la mayor calidad y la menor clasificación de propagación de llama. C. Usar el sistema organizativo del Construction Specifications Institute para categorizar los materiales de construcción en divisiones y secciones, ya que es ampliamente usado por la industria. D. Usar productos avalados por la American Society for Testing Materials para evitar la probabilidad de falla estructural.
13. Suponga que tiene una viga simple de 16 ft de largo soportada en cada extremo por R1 y R2. Hay una carga concentrada de 900 lb a 4 ft de R2. La reacción R1 está a 12 ft de la carga. La reacción R1 es 225 lb y R2 es 675 lb. ¿Cuál es el momento flector máximo en libras por pie? A. 900 B. 1,800 C. 2,700 D. 3,600
14. Suponga que está colando un muro que tiene 151 ft 4 in. de largo, 14 ft de alto, y 1 ft 4 in. de espesor. La tasa de colocación diaria de la cuadrilla es de 375 cy por jornada de 8 horas. ¿Cuántas horas tomará completar el muro? A. 0.3 B. 2.2 C. 27.0 D. 58.8
15. Usando los pesos promedio de suelo de la tabla en la Figura 1, ¿cuál es el porcentaje de esponjamiento de un suelo tipo marga (loam)? A. 8.3% B. 23.8% C. 31.9% D. 81.0%

16. Usando la carta psicrométrica proporcionada en la Figura 2, ¿cuál es la entalpía de 2 lb. de aire dado una temperatura de bulbo seco de 75° F y una humedad relativa de 50%? A. 28 BTU B. 56 BTU C. 108 BTU D. 128 BTU
17. Un técnico de HVAC está inspeccionando una unidad condensadora exterior de una bomba de calor de fuente de aire en verano. La unidad está energizada y parece operar normalmente. Una de las líneas de refrigerante está fría al tacto y aislada. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es más probable que sea verdadera sobre esta línea de refrigerante y la fase del refrigerante en ella? A. Es una línea de succión y el refrigerante es un gas a una presión relativamente baja B. Es una línea de succión y el refrigerante es un líquido a una presión relativamente alta C. Es una línea de líquido y el refrigerante es un líquido a una presión relativamente alta D. Es una línea de condensado y el refrigerante es un gas a una presión relativamente alta
18. ¿Qué afirmación describe con mayor precisión cómo se cablearía una carga trifásica de 120/208V? A. Un conductor vivo, uno neutro, y uno de tierra B. Dos conductores vivos y uno neutro C. Tres conductores vivos y uno neutro D. Tres conductores vivos
19. ¿Qué sistema de protección contra incendios sería más apropiado para una bodega sin acondicionamiento climático ubicada en Chicago, si la bodega contiene materiales como papel, madera, y otros combustibles tipo A? A. Sistema de tubería húmeda B. Sistema de tubería seca C. Sistema de diluvio D. Sistema de agente limpio

CONCEPTOS DE GESTIÓN

20. El propietario desea acelerar (fast-track) un proyecto de construcción. ¿Qué sistema de entrega de proyecto respalda mejor este proceso? A. Asociación (partnering) B. Diseño-licitación-construcción C. CM como agencia D. Diseño-construcción
21. Un propietario ha contratado a una firma de ingeniería para abordar un sumidero (sinkhole) que se ha desarrollado en la esquina de un edificio existente. El ingeniero recomienda inyectar lechada a presión en el sumidero en un mínimo de tres ubicaciones. El ingeniero estima que se requerirán entre 100 y 250 yardas cúbicas de lechada. El ingeniero ayuda al propietario a desarrollar los documentos de licitación de los contratistas y el alcance de trabajo. ¿Qué tipo de contrato sería más apropiado para este proyecto? A. Precio unitario B. Llave en mano (turnkey) C. Diseño-licitación-construcción D. Suma global
22. Se celebra un contrato en el que el propietario tiene un contrato con el arquitecto y con cada contratista de oficio. Además, el propietario tiene un contrato con una empresa de servicios de gestión para realizar la coordinación de oficios, control de costos, y servicios de programación. ¿Cómo se llama este método de entrega de proyecto? A. Asociación (partnering) B. Empresa conjunta C. Diseño-construcción D. Gestión de la construcción
23. Una contratista exitosa que opera como empresa unipersonal está considerando reestructurar su empresa para reducir su riesgo personal. ¿Cuál de las siguientes sería la acción más apropiada para que ella tome? A. Dejar la empresa como propiedad unipersonal y mover los activos de la empresa a sus cuentas personales B. Crear una LLC presentando documentación ante el estado en el que vive C. Crear una corporación S presentando documentación ante el IRS D. Crear una corporación C presentando documentación en un condado distinto al que vive
24. Un ingeniero de proyecto ha sido encargado de redactar una orden de compra para un gran paquete de acero. El propietario es un municipio local y está exento de impuestos. El ingeniero

de proyecto está empleado por una pequeña empresa registrada (SBE) ante el gobierno federal. Al redactar la orden de compra, ¿qué ley debe revisarse para garantizar que se cumplan las reglas básicas que rigen la venta? A. Ley Davis-Bacon B. Código Comercial Uniforme C. Ley Nacional de Relaciones Laborales D. Código Uniforme de Transporte

25. ¿Qué herramienta gráfica de medición es un gráfico de barras que muestra una distribución de frecuencia? A. Histograma B. Gráfico de Pareto C. Gráfico circular D. Diagrama de espina de pescado
26. Un contratista presenta una oferta para un gran proyecto comercial basándose en una oferta de un subcontratista de acero. Al contratista se le otorga el proyecto; sin embargo, al intentar adjudicar el subcontrato, el subcontratista de acero retira su oferta. La siguiente oferta de acero más baja era 10% más alta. ¿Cuál de los siguientes es el argumento legal más apropiado para que el contratista busque restitución? A. Contraprestación intacta B. Objeto lícito establecido C. Impedimento promisorio (promissory estoppel) D. Ajuste equitativo
27. Usando los estados financieros proporcionados en las Figuras 3a y 3b, calcule el capital de trabajo de esta empresa al final del año. A. \$176,177 B. \$733,154 C. \$1,463,403 D. \$1,633,389
28. Usando los estados financieros proporcionados en las Figuras 3a y 3b, calcule la razón circulante. A. 0.47 B. 1.00 C. 2.07 D. 4.36
29. Usando los estados financieros proporcionados en las Figuras 3a y 3b, calcule la razón rápida (prueba ácida). A. 0.23 B. 0.48 C. 1.00 D. 2.07

MATERIALES, MÉTODOS, Y MODELADO Y VISUALIZACIÓN DE PROYECTOS

30. ¿Qué pieza de equipo y accesorio sería el método más eficiente para excavar dentro de una ataguía? A. Pala con cucharón de 3 cy B. Retroexcavadora con cucharón de 3 cy C. Grúa con accesorio de cuchara de almeja D. Grúa con accesorio de barrena
31. ¿Cuál de los siguientes es el sistema de cimbra temporal más eficiente para soportar concreto recién colocado de forma continua en dirección vertical? A. Sistema de cimbra tilt-up B. Sistema de cimbra volante (flying form) C. Sistema de losa elevada (lift slab) D. Sistema de cimbra deslizante (slip form)
32. ¿Qué división del CSI contiene los requisitos de licitación de un proyecto? A. 00 B. 01 C. 01–49 D. 02–49
33. A un arquitecto junior se le ha encomendado agregar un requisito adicional de envío de aprobación de producto a los documentos de licitación antes de que se publiquen a los contratistas. ¿Dónde sería el lugar más apropiado para ubicar este requisito? A. Invitación a licitar revisada B. Condiciones generales en el acuerdo contractual C. Parte 3 de la sección aplicable de las especificaciones D. Condiciones suplementarias en el manual del proyecto
34. Las especificaciones técnicas hacen referencia a ASHRAE como editor de numerosos estándares técnicos. ¿Qué significa el acrónimo ASHRAE? A. American Steel Housing Rating Association of Engineers B. Associated Structural Hoists Rating Association of Engineers C. American Society for Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros de

Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) D. Associated Society for Home Rating Air Equipment

35. Seleccione qué parte es típicamente responsable de diseñar la cimbra estructural temporal. A. Propietario B. Ingeniero de registro C. Contratista/proveedor D. Arquitecto
36. ¿Cuál de los siguientes sistemas está diseñado para soportar la carga vertical total de una estructura? A. Pilotaje B. Ataguía C. Apuntalamiento de madera D. Encribado (cribbing) y anclajes (tiebacks)
37. Durante un proyecto de construcción, un contratista usó un área del sitio para estacionamiento. El sitio originalmente tenía vegetación de pasto y arbustos pequeños antes de ser despejado para el estacionamiento. Después de llover, esta área a menudo quedaba lodosa, causando que camiones y equipo se atascaran. Se colocó grava en dos ocasiones separadas para mitigar este problema. El área de estacionamiento ahora está programada para construirse sobre ella. ¿Cuál sería la pieza de equipo más apropiada para compactar el suelo? A. Retroexcavadora B. Rodillo pata de cabra C. Rodillo de rueda lisa D. Mototrailla de ruedas
38. Usando únicamente la información proporcionada en la Figura 4, ¿qué viga de concreto probablemente está bajo el menor esfuerzo de tensión? A. 1B4 B. 1B10 C. 1B3 D. 1B5
39. Usando la información proporcionada en la Figura 5, ¿cuál de las siguientes es una afirmación (reclamo) que se puede hacer? A. El contratista debe comprar una unidad fabricada por McQuay B. La unidad debe tener un SEER mínimo de 7.5 C. La unidad tiene una capacidad de enfriamiento menor a 1 tonelada D. La estructura del techo no soportará el peso muerto de la unidad

LICITACIÓN Y ESTIMACIÓN

40. ¿Cuál de los siguientes elementos típicamente NO se incluiría en el documento de instrucciones a los licitantes (ITB)? A. Requisitos de seguro B. Descripción del proyecto C. Subcontratistas que el contratista principal propone usar D. Fecha y hora en que las ofertas se deben al diseñador
41. ¿Qué parte tiene la responsabilidad de diseño en una especificación prescriptiva? A. Propietario B. Contratista C. Arquitecto/ingeniero D. Oficial de código
42. El contratista presenta una oferta por \$1,303,071 con los formularios apropiados. Reciben una carta de aviso de otorgamiento indicando que su oferta ha sido seleccionada. El contratista decide no aceptar el contrato. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es un resultado probable? A. Perderán el monto de su prima de fianza. B. Perderán el monto del valor nominal de su fianza de oferta. C. Mientras la carta o el contrato no se haya firmado, pueden retirarse sin consecuencias. D. Perderán el monto del valor nominal de su fianza de cumplimiento.
43. Usando el siguiente cuadro de prima de fianza, ¿cuál es la prima de fianza para un proyecto de \$2,755,000? Primeros \$5,000 = \$12.00/\$1,000; Sigüientes \$2M = \$6,000 + \$7.25/\$1,000; Sigüientes \$2.5M = \$20,500 + \$5.75/\$1,000 A. \$19,974 B. \$45,373 C. \$55,974 D. \$66,341
44. Los planos requieren que el contratista hinue, extraiga, y rescate tablaestacas de acero a 15 ft de profundidad. La cantidad estimada es de 12,000 pie² de área de contacto (SFCA). Dada la composición de cuadrilla mostrada en la Figura 6, una jornada de 8 horas, y un rendimiento

- diario de cuadrilla de 545 SFCA, ¿cuántas horas-trabajo totales se gastan por día? A. 28 B. 32
C. 60 D. 100
45. Los planos requieren que el contratista hingue, extraiga, y rescate tablaestacas de acero a 15 ft de profundidad. La cantidad estimada es de 12,000 pie² de área de contacto (SFCA). Dada la composición de cuadrilla mostrada en la Figura 6, una jornada de 8 horas, y un rendimiento diario de cuadrilla de 545 SFCA, ¿cuál es la tasa de productividad expresada en horas-trabajo por unidad (Whr/Unidad)? A. 0.059 B. 0.110 C. 9.083 D. 17.031
46. Dada una ataguía rectangular de 60 ft de ancho × 100 ft de largo y 10 ft de profundidad, encerrada con un talón de 3 ft, ¿cuántos SFCA totales se requieren para las tablaestacas? A. 3,200 B. 4,160 C. 6,000 D. 60,000
47. Dada la información proporcionada en la Figura 7 para una ataguía rectangular de 60 ft de ancho × 100 ft de largo y 10 ft de profundidad, encerrada con un talón de 3 ft, ¿aproximadamente cuántos pies tabla (BF) totales se necesitan para todos los componentes de la ataguía, incluyendo el desperdicio? A. 16,164 B. 22,826 C. 25,565 D. 27,229
48. Usando la información proporcionada en las Figuras 8a y 8b, ¿cuántas yardas cúbicas de concreto se necesitan para los muros (excluyendo cimentación y losa)? A. 101 B. 120 C. 135 D. 155
49. Usando la información proporcionada en las Figuras 8a y 8b, ¿cuántas yardas cúbicas en banco de suelo deben excavarse y removerse? Suponga que el nivel existente es 204 ft y que el suelo excavado se está usando para relleno. A. 40 B. 350 C. 1,070 D. 9,633,601

PRESUPUESTOS, COSTOS, Y CONTROL DE COSTOS

50. Usando la Figura 9a, ¿cuáles son las horas-trabajo presupuestadas por unidad para las formas de columna? A. 0.045 B. 0.171 C. 0.241 D. 5.838
51. Usando la Figura 9a, ¿cuáles son las horas-trabajo unitarias semanales por unidad para las formas de columna? A. 0.007 B. 0.195 C. 4.919 D. 5.118
52. Usando la información proporcionada en la Figura 9a, ¿cuáles son las horas-trabajo unitarias a la fecha por unidad para las formas de columna? A. 0.011 B. 0.241 C. 3.821 D. 4.148
53. Usando la información proporcionada en la Figura 9a, ¿cuáles son las horas-trabajo ganadas totales para las formas de columna? A. 19 B. 27 C. 465 D. 2,387
54. Usando la información proporcionada en la Figura 9a, ¿cuáles son las horas-trabajo proyectadas totales a la finalización para las formas de columna? A. 27 B. 104 C. 602 D. 2,472
55. Usando la información proporcionada en la Figura 9a, ¿cuál es la ganancia/pérdida proyectada en horas-trabajo para las formas de columna? A. (174) B. 325 C. 1,897 D. 2,396
56. Usando la información proporcionada en la Figura 9b, ¿cuál es el costo unitario presupuestado en dólares por unidad para las zapatas de concreto? A. 0.047 B. 21.45 C. 137.25 D. 256.00
57. Usando la información proporcionada en la Figura 9b, ¿cuál es el costo unitario de mano de obra semanal en dólares por unidad para las zapatas de concreto? A. 0.70 B. 1.43 C. 3.14 D. 14.60

58. Usando la información proporcionada en la Figura 9b, ¿cuál es el costo unitario a la fecha en dólares por unidad para las zapatas de concreto? A. 0.32 B. 3.14 C. 20.13 D. 5,125.00
59. Usando la información proporcionada en la Figura 9b, ¿cuál es el costo proyectado total a la finalización para las zapatas de concreto? A. 81.41 B. 803.84 C. 5,150.72 D. 10,615.00
60. Usando la información proporcionada en la Figura 9c, ¿cuál es la proyección actual para las cantidades de pilotes en pies lineales verticales (VLF)? A. 680 B. 5,300 C. 5,980 D. 6,700

PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN, Y CONTROL DE CRONOGRAMA

61. ¿Cuál afirmación es verdadera sobre la ruta crítica? A. Es la cadena más corta de actividades a través del cronograma B. Es la cadena más larga de actividades a través del cronograma C. Tiene holgura total cero, pero posiblemente alguna holgura libre en las actividades D. Incluye todas las actividades que es imposible comprimir más en su duración
62. ¿Cómo se define la holgura libre? A. La cantidad de holgura en un nodo B. La cantidad de holgura entre actividades C. La cantidad de holgura dentro de una serie de actividades D. La cantidad de holgura acumulada en toda la red lógica
63. ¿Qué tipos de actividades se consideran primero al comprimir la duración de un proyecto? A. Holgura cero y menor costo de compresión B. Holgura cero y mayor costo de compresión C. Mayores holguras y menor costo de compresión D. Mayores holguras y mayor costo de compresión
64. ¿Cómo se define el término aceleración por superposición (fast tracking) en construcción? A. Planificar y programar el diseño B. Ejecución superpuesta de las actividades de construcción C. Finalizar el diseño y la adquisición antes de iniciar la construcción D. Ejecución superpuesta del diseño, la adquisición, y la construcción
65. ¿Cuál es el nombre del término para desplazar las actividades dentro de sus holguras libres disponibles para producir una fuerza laboral uniforme y reducir los requisitos máximos de uso de recursos? A. Compresión (crashing) B. Utilización de cuadrillas C. Nivelación de recursos D. Redes a escala de tiempo
66. ¿Cuál es la mejor fuente para desarrollar la lista de actividades para la red lógica y el cronograma? A. Requisitos generales B. Especificaciones técnicas C. Informes financieros y balances generales D. Estimado e informe de horas-trabajo ganadas
67. ¿Cómo se define la holgura total? A. La cantidad de holgura en un nodo B. La cantidad de holgura dentro de una actividad C. Cuánto puede retrasarse una serie de actividades sin retrasar un proyecto D. La cantidad de holgura acumulada en toda la red lógica
68. Usando la información proporcionada en la Figura 10, ¿cuál es el número total de días para completar esta secuencia de actividades? A. 13 B. 14 C. 18 D. 31
69. Usando la información proporcionada en la Figura 10, ¿cuáles son las actividades críticas para esta red lógica? A. B, G B. A, C, F C. A, D, E, G D. A, C, F, G
70. Usando la información proporcionada en la Figura 10, ¿cuál es la holgura total para la actividad B? A. 0 B. 1 C. 2 D. 8

71. Usando la información proporcionada en la Figura 10, ¿cuál es la holgura libre entre las actividades B y G? A. 0 B. 2 C. 4 D. 6

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

72. Los Estándares de Seguridad usan la abreviatura 29 CFR Parte 1926. ¿Qué significa el acrónimo CFR? A. Code of Federal Register B. Code of Federal Regulations (Código de Regulaciones Federales) C. Construction Federal Register D. Construction Federal Regulations
73. ¿Qué parte de los Estándares de OSHA está designada para el mantenimiento de registros? A. 5(a)(1) B. 1904 C. 1910 D. 1926
74. Según OSHA, ¿qué documento debe completar el supervisor inmediatamente después de un accidente, describiendo el accidente en detalle? A. Formularios de seguro B. Resumen de Lesiones y Enfermedades Relacionadas con el Trabajo de OSHA (Formulario 300A) C. Registro de Lesiones y Enfermedades Relacionadas con el Trabajo de OSHA (Formulario 300) D. Reporte de Incidente de Lesión y Enfermedad de OSHA (Formulario 301)
75. ¿Cuándo y dónde debe publicarse el Resumen de Lesiones y Enfermedades Relacionadas con el Trabajo (Formulario 300A) de OSHA de un proyecto? A. Todo el año y fácilmente accesible para todos los empleados en el sitio de obra B. Todo el año y en la oficina del gerente de proyecto en la oficina central C. Del 11 de febrero al 30 de abril y accesible para todos los empleados en el sitio de obra D. Durante tres meses y en el salón de descanso de los empleados en la oficina central
76. Según OSHA, ¿cuál es el nombre de la violación en la que la empresa o la persona designada sabe que existe una condición peligrosa, sabe que la condición viola un estándar, y no hace ningún esfuerzo por eliminar el riesgo de seguridad? A. Violación intencional (willful) B. Violación grave C. Violación de minimis D. Violación otra-que-no-es-grave
77. El subcontratista de instalación de tubería a presión debe colocar tubería en una zanja de 10 ft de profundidad y 3 ft de ancho con paredes verticales y sin inclinación ni otra protección. La zanja fue excavada por el contratista de excavación. El contratista general supervisó el trabajo pero no tenía empleados en la zanja. El subcontratista de concreto le dijo al contratista general y al excavador que la zanja necesitaba inclinarse o apuntalarse antes de que sus empleados pudieran trabajar en ella. Durante la inspección de OSHA, OSHA observó al contratista general en la zanja supervisando al instalador de tubería en la zanja. ¿Qué contratista(s) recibiría(n) una citación por una zanja insegura? A. Solo el instalador de tubería B. El instalador de tubería y el excavador C. El instalador de tubería, el excavador, y el contratista general D. El instalador de tubería, el excavador, el contratista general, y el subcontratista de concreto
78. ¿Cuál es la distancia máxima de recorrido horizontal para recuperar un extintor de incendios en un proyecto en construcción? A. 10 ft B. 25 ft C. 75 ft D. 100 ft
79. OSHA exige que la protección contra caídas esté implementada para diferencias de elevación mayores a cuántos pies verticales? A. Cualquier distancia B. 6 ft C. 10 ft D. 15 ft
80. ¿Cuál es la elevación del barandal superior desde el piso para proteger contra caídas en un borde principal? A. 21 in +/- 1 pulgada B. 25 in +/- 2 pulgadas C. 35 in +/- 3 pulgadas D. 42 in +/- 3 pulgadas

81. ¿Cuántos pies deben extenderse los rieles laterales de una escalera de extensión más allá de la superficie de aterrizaje superior? A. 1 ft B. 2 ft C. 3 ft D. 4 ft

GEOMÁTICA DE LA CONSTRUCCIÓN

82. El sitio de obra tiene un punto de control vertical primario con una elevación de referencia de 100 ft. Se instala un instrumento con una HI de 5.42 ft sobre el BM. Se coloca una estaca de nivel a una elevación de 96 ft. ¿Cuál es la lectura de altura en la vara en la estaca de nivel? A. 1.42 ft B. 4.00 ft C. 5.42 ft D. 9.42 ft
83. Usando la información proporcionada en la Figura 11, ¿cuál es la elevación de referencia en IP #4? A. 864.62 B. 889.90 C. 896.27 D. 902.64
84. Un superintendente quiere verificar si un muro de bloque de 25' de altura está dentro de las tolerancias. ¿Cuál de las siguientes herramientas y su uso sería más apropiado? A. Usar una plomada para medir el plano vertical B. Usar un nivel de constructor para determinar su longitud C. Usar una estación total para cuantificar el número de bloques D. Usar una vara Pinellas para medir contra un plano horizontal
85. ¿Qué problema necesitaría tener en cuenta más probablemente un topógrafo al usar una cinta de medir de acero de 300'? A. Estiramiento de la cinta al jalar longitudes B. Calibración de las marcas de longitud en la cinta C. Inconsistencias en las marcas entre intervalos de pie D. Expansión de la cinta en clima cálido
86. ¿Cuál de las siguientes situaciones sería más ventajosa para usar una vara Philadelphia invertida? A. Verificar el trazado de una cuadrícula de carretera B. Verificar la elevación de ductos montados en el plafón C. Verificar el trazado de una zapata de un edificio D. Verificar la elevación de una pieza de equipo
87. Un superintendente necesita trazar las zapatas perimetrales corridas, los tabloncillos guía (batter boards), y las líneas de servicios para una nueva estructura adyacente a un edificio existente. ¿Cuál pieza única de equipo sería más útil para completar esta tarea? A. Nivel de prisma compuesto B. Nivel dumpy C. Teodolito Detroit D. Estación total
88. ¿Cuál de las siguientes pendientes es común en las carreteras de EE. UU.? A. 4% B. 15% C. 50% D. 96%
89. Un contratista está preparando un plan de logística del sitio y nota en el plano del sitio que en el límite norte del proyecto las líneas topográficas están muy juntas. ¿Cuál de las siguientes sería probablemente una acción apropiada a tomar? A. Traer relleno fino adicional B. Evaluar alternativas a la malla de filtración (silt fencing) C. Ubicar el remolque de obra ahí D. Despejar y desbrozar esa área al inicio del trabajo

ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

90. ¿Cuál de los siguientes documentos contractuales sería inapropiado usar si el alcance abordara costos de material, unidades de mano de obra, equipo de renta, e impuestos? A. Orden de compra B. Contrato C. Alcance de trabajo D. Orden de cambio
91. Una cláusula en el Acuerdo de Subcontrato establece que “el Subcontratista se obliga ante el Contratista por el desempeño del trabajo del Subcontratista de la misma manera en que el

- Contratista se obliga ante el Propietario por dicho desempeño bajo el contrato del Contratista con el propietario". ¿En qué categoría caería esta cláusula contractual? A. Transferencia (flow down) B. Arbitraje C. Condición precedente D. Impedimento promisorio
92. ¿Cuál de los siguientes términos es el más favorable para el comprador? A. Pago a la entrega B. 3/20 Neto 60 C. 2/20 Neto 60 D. 2/10 Neto 20
93. ¿Qué parte típicamente obtiene el permiso de construcción general? A. Propietario B. Subcontratista C. Contratista D. Arquitecto/ingeniero
94. Si un empleado quisiera aumentar la cantidad de impuestos retenidos de su cheque de pago, ¿cuál sería el formulario más apropiado para solicitar al departamento de RH? A. I-9 B. W-2 C. W-4 D. 1099
95. ¿Cuáles son los mejores pasos al recibir materiales? A. Inspeccionar la entrega, anotar daños, contar artículos, y comparar con el conocimiento de embarque B. Inspeccionar la entrega, anotar daños, contar artículos, y comparar con los términos contables C. Revisar especificaciones, dar seguimiento a los pedidos de material, y solicitar fecha de entrega D. Otorgar contrato, el proveedor prepara planos de taller, fabrica, revisa, y entrega
96. Un nuevo hospital está en fase de preconstrucción y el arquitecto de registro ha redactado el acuerdo del proyecto. El acuerdo establece que el arquitecto sea el tomador de decisiones inicial para cualquier disputa de contratista que surja en el proyecto, incluyendo cualquier reclamación que alegue errores y omisiones contra ellos mismos. El contratista general quiere que esa disposición se elimine del acuerdo del proyecto porque cree que el equipo de diseño no debería fallar sobre sus propios posibles errores u omisiones. ¿Cuál justificación y acción es la más apropiada? A. La cláusula es claramente poco ética y debe eliminarse B. Los diseñadores no pueden emitir un fallo imparcial sobre su propio trabajo, por lo que debe eliminarse C. Aunque no es poco ética, las percepciones pueden ser más importantes que la realidad, y debe eliminarse D. Si el diseñador no emite una opinión, el seguro de errores y omisiones se anula, por lo que debe permanecer
97. ¿Qué funciones cambian a medida que una persona avanza en un organigrama? A. Las habilidades técnicas aumentan y las habilidades de negociación disminuyen B. Las habilidades administrativas disminuyen y las habilidades técnicas aumentan C. Las habilidades de análisis aumentan y las habilidades de comunicación aumentan D. Las habilidades de comunicación disminuyen y las habilidades administrativas disminuyen
98. Un contratista recibe una invitación a licitar un proyecto ubicado en Miami el 1 de junio y presenta una oferta al propietario el 1 de julio. Los documentos de licitación indican que el inicio del proyecto es el 1 de agosto y tiene una duración de 365 días calendario. Al contratista se le otorga el contrato el 15 de julio, con el aviso para proceder emitido el 15 de agosto. Durante la construcción del trabajo, se pierden cinco días debido a la lluvia. ¿Para cuándo se requiere que el contratista complete el proyecto? A. 1 de agosto del año siguiente B. 6 de agosto del año siguiente C. 15 de agosto del año siguiente D. 20 de agosto del año siguiente
99. Mientras el diseñador inspecciona el edificio y crea la lista de pendientes, se descubre que el contratista de pisos instaló una alfombra sustancialmente inferior a la indicada en la especificación. Después de descubrirse la deficiencia, ¿podría el contratista obtener un certificado de ocupación de la AHJ (autoridad con jurisdicción)? A. No, la AHJ no emite un certificado de ocupación hasta que el trabajo contratado esté 100% completo B. No, la AHJ no

emite un certificado de ocupación hasta que el propietario tenga la ocupación beneficiosa del edificio C. No, la AHJ no emite el certificado de ocupación D. Sí, no es un problema de seguridad de vida, por lo que podría emitirse un certificado de ocupación

100. Revise las siguientes descripciones de tareas e indique cuál sería la más apropiada para reportar el avance en la bitácora diaria de un superintendente de campo. A. Se coló concreto para las columnas. B. Se instaló varilla y se coló concreto. C. Se colaron 75 cy de concreto, se colocó varilla, y se desencofraron las columnas D1–D4. D. Se colaron 75 cy de concreto, se colocó varilla, y se desencofró el edificio.

FIGURAS PARA USAR CON EL EXAMEN DE PRÁCTICA

Figura 1 Tabla de Suelos

Pesos Promedio de Suelo y Fórmulas de Cambio de Volumen

Tipo de Suelo	LCY	BCY	CCY 100% Proctor Estándar	CCY 100% Proctor Modificado	Factor de Carga
Arcilla – Seca	2050	2675	2835	3159	0.81
Arcilla – Lecho Natural Húmedo	2800	3400	3575	3959	0.82
Arena – Seca	2420	2740	3362	3510	0.85
Arena – Húmeda	2760	3130	3362	3510	0.85
Grava – Húmeda	2623	2980	3375	3645	0.85
Tierra Común – Seca	2185	2883	3375	3510	0.80
Tierra Común – Húmeda	2463	3160	3375	3510	0.79
Marga (Loam)	2100	2600	2835	3150	0.81

$Sw \% = ((BCY/LCY) - 1) \times 100$ $Factor\ de\ Carga\ (LF) = 100\% / (100\% + \% Esponjamiento)$

$Sh \% = (1 - BCY/CCY) \times 100$ $LCY \times LF = BCY$

$Factor\ de\ Contracción\ (SF) = CCY/BCY$ $BCY \times SF = CCY$

Figura 2 Carta Psicrométrica



Reimpreso con autorización de Trane U.S. Inc., 2015

Figura 3a Estados Financieros

Figure 3a Financial Statements

BALANCE SHEET		
Assets	End of Year	End of Previous Y
Cash	\$ 260,631.00	\$ 233,171.00
Contracts Receivable	423,731.00	385,259.00
Inventory	640,020.00	517,936.00
Prepaid expenses	91,433.00	85,559.00
Total Current Assets	\$1,415,815.00	\$1,221,925.00
Property, Plant, Equipment	2,317,500.00	2,089,336.00
Accumulated Depreciation	(753,917.00)	(764,900.00)
Cost Less Accumulated Depreciation	1,563,583.00	1,324,436.00
Total Assets	\$2,979,398.00	\$2,546,361.00

Liabilities and Owners' Equity	End of Year	End of Previous Y
Accounts Payable - Operating	281,915.00	242,294.00
Accrued Operating Expenses	142,246.00	126,264.00
Income Tax Payable	8,500.00	15,018.00
Short-Term Debt Payable	250,000.00	196,113.00
Total Current Liabilities	682,661.00	579,689.00
Long-Term Debt Payable	833,334.00	650,000.00
Total Liabilities	\$1,515,995.00	\$1,229,689.00
Capital Stock	509,722.00	489,167.00
Retained Earnings	953,681.00	827,505.00
Total Owners' Equity	\$1,463,403.00	\$1,316,672.00
Total Liabilities & Owners' Equity	\$2,979,398.00	\$2,546,361.00

INCOME STATEMENT FOR THE YEAR	
Contract Revenues	4,406,806.00
Cost of Contracts Completed	2,773,417.00
Gross Margin	1,633,389.00
Operating Expenses	1,263,032.00
Depreciation Expense	10,983.00
Operating Earnings	359,374.00
Interest Expense	88,333.00
Earnings before Taxes	271,041.00
Income Tax Expense	94,864.00
Net Income	176,177.00

Figura 3b Estados Financieros

Figure 3b Financial Statements

CASH FLOW STATEMENT FOR THE YEAR		
Cash Flows from Operating Activities		
Net Income from Income Statement		176,177.00
Contracts Receivable Increase	(38,472.00)	
Inventory Increase	(122,084.00)	
Prepaid Expenses Decrease	(5,874.00)	
Depreciation Expense	85,383.00	
Accounts Payable Increase	39,621.00	
Accrued Expenses Increase	15,982.00	
Income Tax Payable Decrease	(6,518.00)	
	(31,962.00)	
Cash Flow Adjustments to Net Income		
Cash Flow from Operating Activities		<u>144,215.00</u>
Cash Flows from Investing Activities		
Purchases of Property, Plant & Equipment		(\$354,028.00)
Proceeds from Disposals of Property, Plant & Equipment		<u>29,498.00</u>
Cash Used in Investing Activities		<u>(\$324,530)</u>
Cash Flows from Financing Activities		
Short-Term Debt Borrowing		53,887.00
Long-Term Debt Borrowing		183,334.00
Capital Stock Issue		20,554.00
Dividends Paid Stockholders		<u>(50,000.00)</u>
Cash from Financing Activities		<u>207,775.00</u>
Increase (Decrease) in Cash during Year		27,460.00

Figura 4 Cuadro de Vigas de Concreto

Figure 4 Concrete Beam Schedule

Concrete Beam Exercise - Schedule																			
Mark	No.	Beam Size (inches)		Reinforcing								#3 Stirrups							
				Bottom				Top				Mark	Total		Col. # O.C.			Support Bars	
		Width	Depth	No.	Size	Length	No.	Size	Length	No.	Mark		#	OC	OC	No.	L		
1B1	2	12	24	4	6	20'-8"	2	6	15'-8"	6A1	17	3A3	3	6"	10"	2	21'-7"	5	
							4	6	16'-0"		17	3A2	4	6"	8"	3			
1B2	1	24	10.5	7	7	12'-8"	4	6	9'-4"	6A4	16	3A6		4"	8"	4	2'-0"	4	
							7	7			16	3A5		4"	8"				
1B2A	1	24	10.5	7	7	12'-8"	4	6	11'-1"	6A4	16	3A6		4"	8"	4	2'-0"	4	
							7	7			16	3A5		4"	8"				
1B3	6	24	10.5	6	7	17'-2"	8	7	11'-1"		20	3A6		4"	8"	4	2'-0"	4	
											20	3A5		4"	8"				
1B4	1	24	10.5	4	8	13'-4"	8	8	11'-1"		10	3A6		4"	8"	-----	-----	4	
											10	3A5		4"	8"				
1B5	2	24	10.5	4	8	14'-3"	4	6		6A7	20	3A6		4"	6"	2	7'-0"	4	
											20	3A5		4"	8"				
1B7	1	24	10.5	8	9	22'-9"	4	7	14'-6"	7A9	26	3A6		6"	8"	2	11'-0"	5	
							3	8			26	3A5		6"	8"				
1B10	1	12	33	2	6	15'-2"	2	5	15'-8"		12	3A3		6"	12"	4	16'-8"	4	
											12	3A11							

Figura 5 Cuadro Mecánico

Figure 5 Mechanical Schedule

AIR HANDLING UNIT SCHEDULE										
MARK	LOCATION	SERVICE	MODEL	CFM	S.P.		O.V.	RPM	H.P.	REMARKS
					EXT.	TOTAL				
AHU-1	MECH RM 107	LOWER LEVEL	LML-122	10,100	1 1/4"	2 1/4"	1417	1291	7 1/2	1,2
1 BASED ON McQUAY 2 PROVIDE 4" HIGH RAIL UNDER UNIT										

Figura 6 Información de Productividad

Figure 6 Productivity Information		
CSI DIVISION & SECTION	02250	Shoring & Underpinning
CLASSIFICATION NUMBER	400	Sheet Piling
LINE ITEM NUMBER	1300	15' Deep exc., Drive, Extract & Salvage

No.	CRAFT	Hourly Rate
1	Crew Leader(s)	\$27.20
4	Pile Drivers	\$22.80
2	Crane Operators	\$25.26
0.5	Oiler(s)	\$18.00

Figura 7 Información de Material y Costo Unitario de Tablaestaca de Madera

Figure 7 Wood Sheet Pile Material and Unit Cost Information		
Material	Size	Prices or Percentages
Sheet Piling (Toe = 3 feet)	3" x 13"	\$550.MBF
Wales - 3 lines around the outside perimeter	6" x 8"	\$550.MBF
Braces - 3 lines, 12 Pcs per line, each 60 feet long	6" x 6"	\$550.MBF
Nails - 12 Lbs/100 Square Feet Contact Area		\$35/Box, Box = 50 Lbs
Salvage Value		60%
Transportation & Shipping		\$3.78/MBF
Sales Tax on Materials		4%
Timber Waste Factor	12%	

Figura 8a Vista en Planta de la Excavación

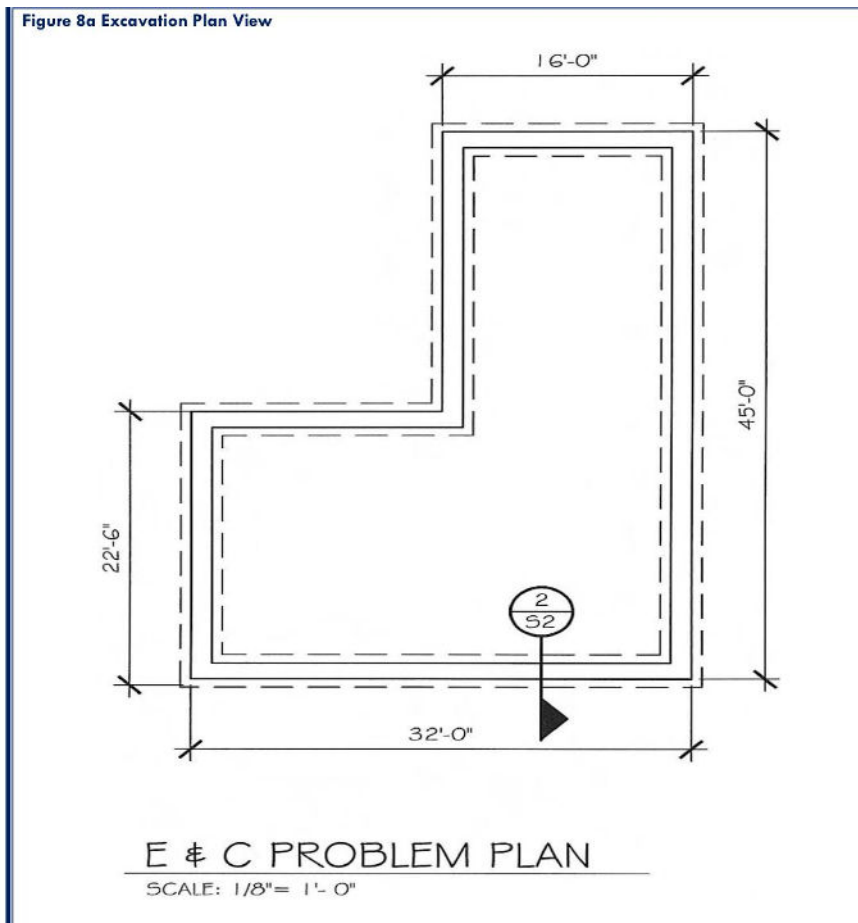


Figura 8b Sección de la Excavación

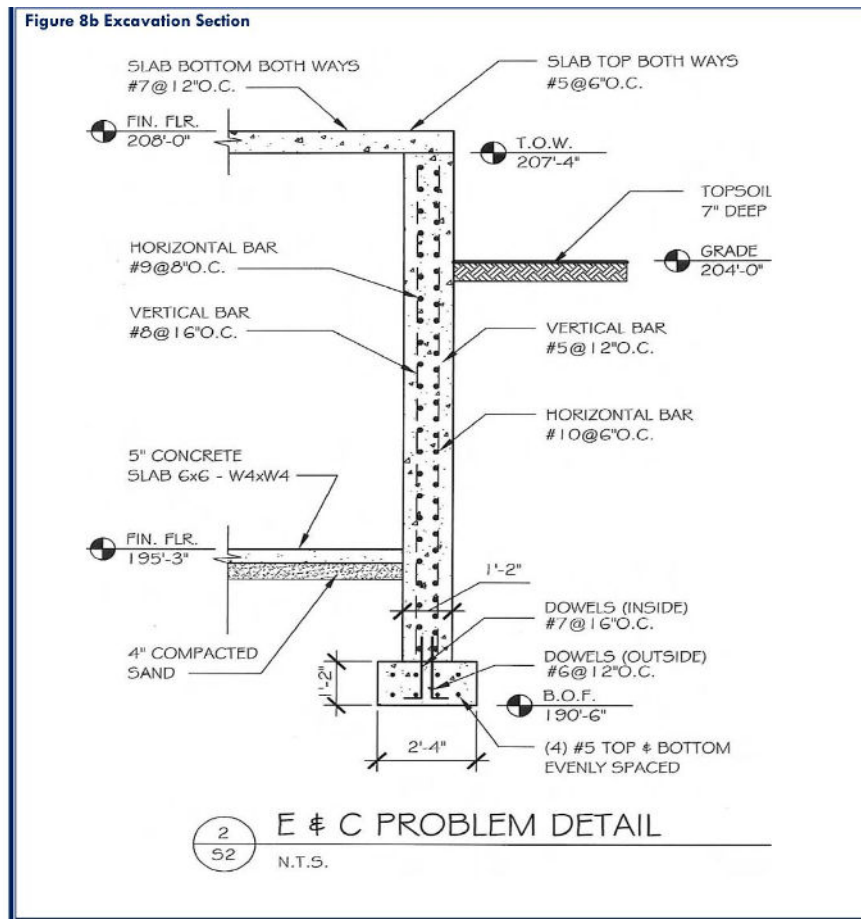


Figura 9a Información del Informe de Horas-Trabajo Ganadas

Figure 9a Earned Work Hour Report Information

DESCRIPTION	QUANTITIES			UNIT	EXPENDED WORKHOURS		WORKHOURS		UNIT WORKHOURS			PROJECTED	
	BUDGET	WEEK	TO DATE		WEEK	TO DATE	EARNED	BUDGETED	BUDGET	WEEK	TO DATE	COMPLETION	GAIN/LOSS
Col. Forms	2499	87	112	SFCA	17	27		428					
Concrete Fg	256	25	40	CY	40	85		360					
Concrete Wa	453	30	34	CY	40	44		634					
Footing Frms	2417	210	410	SFCA	42	102		499					
Wall Forms	25,560	1880	3090	SFCA	364	664		5544					

Figura 9b Información del Informe de Costo de Mano de Obra

Figure 9b Labor Cost Report Information

CODE	DESCRIPTION	QUANTITIES			UNIT	EXPENDED COST		TOTAL BUDGET \$	UNIT COST			PROJECTED	
		BUDGET	WEEK	TO DATE		WEEK \$	TO DATE		BUDGET	WEEK	TO DATE	COMPLETION	GAIN/LOSS
	Col. Forms	2499	87	112	SFCA	223	355	8022					
	Concrete Fg	256	25	40	CY	365	805	5490					
	Concrete Walls	453	30	34	CY	394	431	9669					
	Footing Form	2417	210	410	SFCA	449	1038	8154					
	Wall Forms	25,560	1880	3090	SFCA	3812	6855	90370					

Figura 9c Información del Resumen de Costos del Proyecto

Figure 9c Project Cost Summary Report Information

CODE	ITEM	ORIGINAL ESTIMATE	SCOPE CHANGE	REVISED ESTIMATE	EXPENDED		COMMITTED	TOTAL EXPEND	CURRENT PROJECTION	PROJECTED GAIN (LOSS)
					WEEK	TO DATE				
035600	PILES									
	Quantity	6700 VLF	(720)	5980 VLF		680	0	680		
	Workhours	618 W/HR	(67)	551 W/HR		78	0	78		
	Labor	16817	(1900)	14917		1360	0	1360		
	Material	45225	(4675)	40550		10000	23470	33470		
	Equipment	16040	(1400)	14640		7600	9360	16960		
	Subcontract	0	0	0		7000	0	7000		
		78082	(7975)	70107		25960	32830	58790		

Figura 10 Secuencia de Cronograma y Relaciones Lógicas

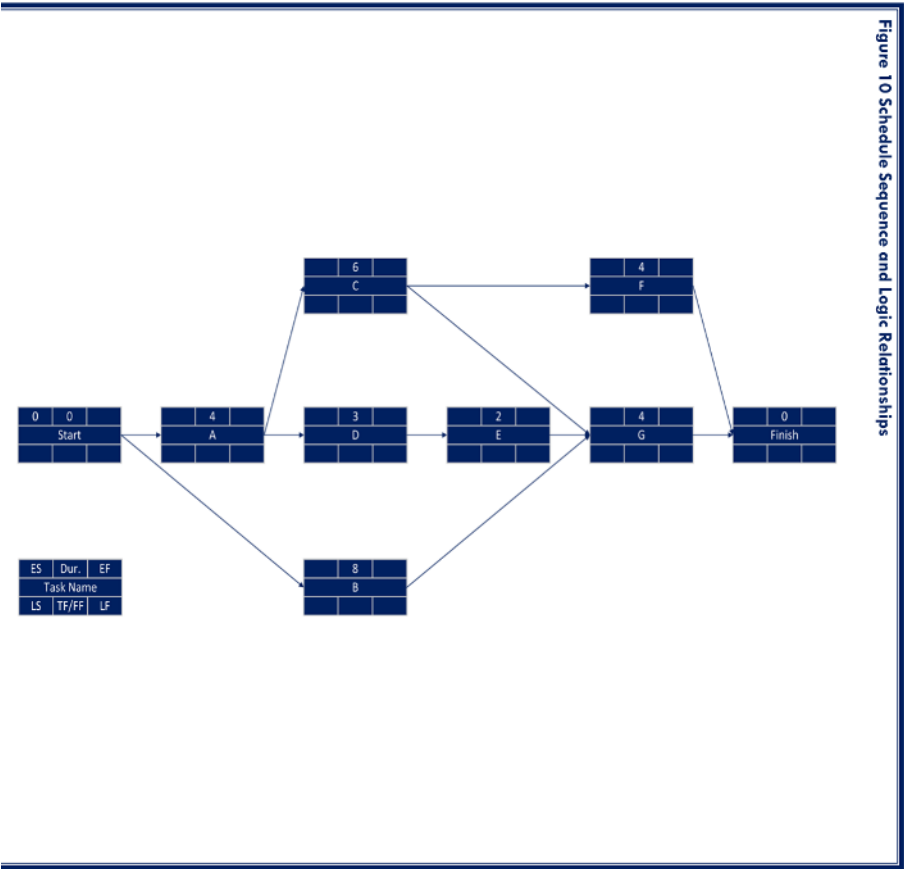


Figura 11 Registro de Levantamiento

IP	Elev. BM	BS Lectura de Vara	HI	FS Lectura de Vara	Elev. TP
#1	877.26	7.45		3.10	
#2		7.12		1.10	
#3		4.44		2.17	
#4	???				

CLAVE DE RESPUESTAS DEL EXAMEN DE PRÁCTICA

HABILIDADES DE COMUNICACIÓN

1. D 2. D 3. B 4. B 5. B 6. B 7. C 8. D 9. A 10. B 11. C

CONCEPTOS DE INGENIERÍA

12. C

13. C • $225 \times 12 = 2,700$

14. B • $(151.33 \text{ ft} \times 14 \text{ ft} \times 1.33 \text{ ft}) \times (1 \text{ cy}/27 \text{ pie}^3) = 104.6 \text{ cy}$ • $375 \text{ cy}/8 \text{ hr} = 46.9 \text{ cy/hr}$ • $104.6 \text{ cy}/46.9 \text{ cy/hr} = 2.2 \text{ hr}$

15. B • $\text{Sw}\% = ((\text{Bcy}/\text{Lcy}) - 1) \times 100$ • $(2,600/2,100 - 1) \times 100 = 23.8\%$

16. B • 28 BTU/lb de la Figura 2 • $28 \text{ BTU/lb} \times 2 \text{ lb} = 56 \text{ BTU}$

17. A 18. C 19. B

CONCEPTOS DE GESTIÓN

20. D 21. A 22. D 23. B 24. B 25. A 26. C

27. B • $1,415,815 - 682,661 = \$733,154$

28. C • $\$1,415,815/\$682,661 = 2.07$

29. C • $(\$260,631 + \$423,731)/\$682,661 = 1.00$

MATERIALES, MÉTODOS, Y PROYECTO MODELADO Y VISUALIZACIÓN

30. C 31. D 32. A 33. C 34. C 35. C 36. A 37. C 38. B 39. D

LICITACIÓN Y ESTIMACIÓN

40. C 41. C 42. B

43. B • Primeros 5K = $(\$5,000/1,000) \times \$12.00 = \$60$ • Sigüientes 2M = $\$6,000 + (2,000,000/1,000) \times \$7.25 = \$20,500$ • Sigüientes 2.5M = $\$20,500 + (2,755,000 - 2,005,000)/1,000 \times \$5.75 = \$24,813$ • $\$60 + 20,500 + 24,813 = \$45,373$

44. C • $1 \times 8 + 4 \times 8 + 2 \times 8 + 0.5 \times 8 = 60$

45. B • $60 \text{ Whr}/545 \text{ SFCA} = 0.110$

46. B • $60 + 100 + 60 + 100 = 320 \text{ Inft}$ • $320 \text{ Inft} \times 13 \text{ ft} = 4,160 \text{ SFCA}$

47. C • $\text{VLF} = 320 \text{ Inft}/(13 \text{ in.}/12 \text{ in.}) = 296 \text{ piezas}$ • $296 \text{ piezas} \times 13 \text{ ft de largo} = 3,848 \text{ VLF}$ • $\text{Tablaestaca} = 3,848 \text{ VLF} \times (3 \text{ in.} \times 13 \text{ in.})/12 = 12,506 \text{ BF}$ • $\text{Largueros} = 3 \text{ líneas} \times 320 \text{ ft} = 960 \text{ Inft}$ • $960 \text{ Inft} \times (6 \text{ in.} \times 8 \text{ in.}/12) = 3,840 \text{ BF}$ • $\text{Puntales} = 3 \text{ líneas} \times 12 \text{ piezas/línea} \times 60 \text{ ft} = 2,160 \text{ Inft}$ • $2,160 \text{ Inft} \times (6 \text{ in.} \times 6 \text{ in.}/12) = 6,480 \text{ BF}$ • $\text{Subtotal} = 12,506 + 3,840 + 6,480 = 22,826 \text{ BF}$ • $\text{Desperdicio} = 22,826 \times 12\% = 2,739 \text{ BF}$ • $\text{Total} = 22,826 + 2,739 = 25,565$

48. A • Longitud del muro a línea de centro: $14.83+43.83+30.83+21.33+16.00+22.5 = 149.32$ ft • Profundidad del muro: $207.3 - (190.5+1.17) = 15.63$ ft • Ancho del muro: 1.17 ft • Volumen: $(149.32 \times 15.63 \times 1.17)/27 = 101$ cy
49. B • Forma 1 = $45 \times 16 \times 8.75/27 = 233.33$ cy • Forma 2 = $22.5 \times 16 \times 8.75/27 = 116.66$ cy • Total = $233.33+116.66 = 350$ Bcy

PRESUPUESTOS, COSTOS, Y CONTROL DE COSTOS

50. B (ver figura S1a) • $428/2,499 = 0.171$
51. B (ver figura S1a) • $17/87 = 0.195$
52. B (ver figura S1a) • $27/112 = 0.241$
53. A (ver figura S1a) • $112 \times 0.171 = 19$
54. C (ver figura S1a) • $2,499 \times 0.241 = 602$
55. A (ver figura S1a) • $428 - 602 = (174)$
56. B (ver figura S1b) • $5,490/256 = 21.45$
57. D (ver figura S1b) • $365/25 = 14.6$
58. C (ver figura S1b) • $805/40 = 20.13$
59. C (ver figura S1b) • $256 \times 20.12 = 5,150.72$
60. C (ver figura S1c) • $6,700 - 720 = 5,980$

PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN, Y CONTROL DE CRONOGRAMA

61. B 62. B 63. A 64. D 65. C 66. B 67. C
68. B (ver figura S2)
69. D (ver figura S2)
70. C (ver figura S2) • $10 - 8$, o $2 - 0 = 2$
71. B (ver figura S2) • ES siguiente – EF • $10 - 8 = 2$

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

72. B 73. B 74. D 75. C 76. A 77. C 78. D 79. B 80. D 81. C

GEOMÁTICA DE LA CONSTRUCCIÓN

82. D • $5.42 + 4.00 = 9.42$ ft, o • $105.42 - 96.00 = 9.42$ ft
83. B (ver figura S3) • $877.26 + 19.01$ (BS total) – 6.37 (FS total) = 889.90
84. A 85. D 86. B 87. D 88. A 89. B

ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

90. A • Las órdenes de compra no incluyen mano de obra.
91. C 92. B 93. C 94. C 95. A

96. C • Blog Mr. Ethics, noviembre de 2015,
<https://www.professionalconstructor.org/blogpost/1122991/Mr-Ethics>

97. C

98. C • Un retraso de 5 días por lluvia es esperado en Miami, FL, y no es justificación para una orden de cambio.

99. D 100. C

RESULTADOS DE AUTOEVALUACIÓN DEL EXAMEN

Área Temática	Correctas	Total de Preguntas	Porcentaje (aprobar >70%)
Habilidades de Comunicación		11	
Conceptos de Ingeniería		8	
Conceptos de Gestión		10	
Materiales, Métodos, ...Visualización		10	
Licitación y Estimación		10	
Presupuestos, Costos, y Control de Costos		11	
Planeación, Programación, y Control de Cronograma		11	
Seguridad en la Construcción		10	
Geomática de la Construcción		8	
Administración de Proyectos		11	
Puntaje Total — Aprobar >70%		100	

FIGURAS SOLUCIÓN

Figura S1a Información del Informe de Horas-Trabajo Ganadas — SOLUCIÓN

EARNED WORKHOUR REPORT													
PROJECT NAME													
PROJECT NUMBER													
DESCRIPTION	QUANTITIES			UNIT	EXPENDED WORKHOURS		WORKHOURS		UNIT WORKHOURS				PROJECTED
	BUDGET	WEEK	TO DATE		WEEK	TO DATE	EARNED	TO BUDGET	TO BUDGET	WEEK	TO DATE	Completion	TO BUDGET
Wall Forms	2499	87	112	SF	17	27	19.15	428	171	195	241	602	(174)
Concrete Footings	256	25	40	CY	40	85	56.4	360	1.41	1.60	2.125	544	(184)
Concrete Walls	453	30	34	CY	40	44	47.6	634	1.40	1.33	1.29	586	+48
Footings Forms	2417	210	410	SFCA	42	102	84.5	499	206	200	249	601	(102)
Wall Forms	25560	1880	3090	SFCA	364	664	670.53	5544	217	194	215	5493	+51

Figura S1b Información del Informe de Costo de Mano de Obra Ganada — SOLUCIÓN

LABOR COST REPORT													
Figure S1b Earned Labor Cost Report Information SOLUTION													
CODE	DESCRIPTION	QUANTITIES			UNIT	EXPENDED COST		TOTAL \$	UNIT COST				PROJECTED
		BUDGET	WEEK	TO DATE		WEEK	TO DATE		TO BUDGET	TO BUDGET	WEEK	TO DATE	
	Wall Forms	2499	87	112	SF	\$223	\$355	\$8022	\$3.21/SF	\$2.56/SF	\$3.17/SF	\$7021.83	\$100.17
	Concrete Footings	256	25	40	CY	\$204.00	\$804.07	\$5400	\$21.49/CY	\$14.98/CY	\$20.12/CY	\$8150.72	\$199.28

Figura S1c Información del Resumen de Costos del Proyecto — SOLUCIÓN

PROYECTAR la columna de Proyección Actual de la siguiente manera:

- CANTIDAD – Proyectar la columna de ESTIMADO REVISADO
- HORAS-TRABAJO – Proyectar usando el Método de Línea Recta
- COSTO DE MANO DE OBRA – Proyectar usando el Método de Línea Recta
- COSTO DE MATERIAL – Proyectar la columna de ESTIMADO REVISADO
- COSTO DE EQUIPO – Proyectar la columna de TOTAL EXPENDIDO
- COSTO DE SUBCONTRATO – Proyectar la columna de TOTAL EXPENDIDO

Figure S1c Project Cost Summary Report Information SOLUTION

FORECAST the Current Projection column as follows:

QUANTITY - Project the REVISED ESTIMATE column
 WORKHOURS - Project using the Straight Line Method
 LABOR COST - Project using the Straight Line Method
 MATERIAL COST - Project the REVISED ESTIMATE column
 EQUIPMENT COST - Project the TOTAL EXPENDED column
 SUBCONTRACT COST - Project the TOTAL EXPENDED column

ITEM	ORIGINAL ESTIMATE	SCOPE CHANGES	REVISED ESTIMATE	EXPENDED		COMMITT	TOTAL EXPENDED	CURRENT PROJECTION	PROJECTED GAIN/LOSS
				PERIOD	TO DATE				
Piles									
Quantity	6700 VLF	(720)	5980 VLF		680 VLF	0	680 VLF	680 VLF	0
Workhours	618 WHR	(67)	551 WHR		78 WHR	0	78 WHR	686 WHR	(130) WHR
Labor	16817	(1900)	14917		1360	0	1360	\$11900.00	\$2607
Material	45225	(4675)	40550		10000	23470	33470	\$40550.00	0
Equipment	16040	(1400)	14640		7600	8360	16960	\$15960	(\$2300)
Subcontracts	0	0	0		7000	0	7000	\$7000.00	(\$7000)
	78082	(7975)	70107		25960	32830	58790	\$76470.00	(\$6363)

Figura S2 Secuencia de Cronograma y Relaciones Lógicas — SOLUCIÓN

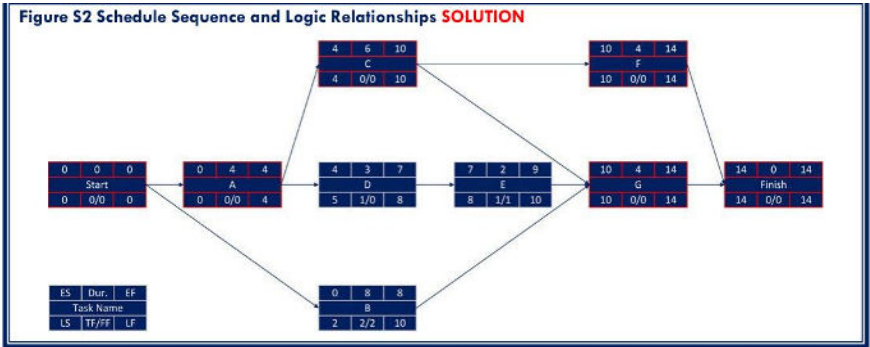


Figura S3 Registro de Levantamiento — SOLUCIÓN

IP	Elev. BM	BS Lectura de Vara	HI	FS Lectura de Vara	Elev. TP
#1	877.26	7.45	884.71	3.10	881.61
#2	881.61	7.12	888.73	1.10	887.63
#3	887.63	4.44	892.07	2.17	889.90
#4	889.90				