

LOGÍSTICA

EN LA CONSTRUCCIÓN

JUSTO A TIEMPO



La planificación representa la mejor receta para cumplir los plazos de entrega, ajustarse al presupuesto y no encontrarse con sorpresas desagradables a mitad de la obra.

Los beneficios se reflejan en múltiples experiencias exitosas en proyectos distantes de centros urbanos, de difícil acceso y de gran envergadura. Sin embargo, queda un largo camino por recorrer porque la gestión logística aún es incipiente en la industria de la construcción por falta de tiempo, motivación y recursos.



CLAUDIA RAMÍREZ F.
PERIODISTA REVISTA BIT

N I UN DÍA ANTES, ni una semana después. Justo a tiempo. La consigna de una adecuada logística para ejecutar un proyecto está clara, muy clara. Sin embargo, a poco andar aparecen las sombras y el avance fluido de una obra se enreda en una maraña imprevistos, de falta de materiales, de faenas atrasadas que retrasan las instalaciones, de escasez o abundancia de mano de obra y los infaltables “incendios” que se deben apagar “ahora”. Pero no se alarme, como en la vida, no todo es blanco o negro. La logística parece no ser la prioridad de la industria, pero hay mejoras importantes y esto se nota hasta en los proyectos más desafiantes. No se apure porque al igual que en la obra, para evitar el colapso primero hay que definir conceptos y presentar ideas. En una palabra, planificar.

Proveniente del mundo militar, la logística, definida como “una parte de la organización que atiende al movimiento y mantenimiento de las tropas en campaña” (*), se ha tornado popular en los últimos años. Libros, charlas y foros analizan este fenómeno que se ha extendido a diversas áreas de la producción. Algo que parece difícil de practicar pero que se sintetiza en una recomendación simple: “No se puede mandar a los soldados al frente de batalla sin balas”.

Así, sin olvidar las balas o en este caso el hormigón, la construcción no se queda atrás. La logística y planificación (***) representan puntales de los proyectos ejecutados en tiempo récord, indispensable en expediciones a zonas alejadas de centros urbanos y requisito obligado del desarrollo de megaobras.

Nada es perfecto. La disciplina para una rigurosa asignación de actividades y planificación de faenas, representa un concepto rela-

tivamente nuevo en la industria. “La logística está bastante ausente en los proyectos tradicionales que funcionan de manera intuitiva, sin responder a una metodología. Los profesionales que participan en grandes obras se sienten obligados a analizar la planificación, pero en la ejecución de pequeñas iniciativas, simplemente la ignoran”, comenta Luis Fernando Alarcón, director del Centro de Excelencia en Gestión de la Producción, GEPUC, de la Universidad Católica.

¿Qué significa logística en construcción? ¿Por qué aplicarla? ¿Qué tan útil resulta durante la ejecución de un proyecto de construcción? Éstos son sólo algunos de los interrogantes que planteamos a los expertos, quienes responden con experiencias concretas y entregan recomendaciones para una adecuada planificación de obras.

Planificar la construcción

Antes de comenzar, hay que diferenciar la logística interna de la externa en una obra. La primera se relaciona con las actividades que se desarrollarán desde la adjudicación de un proyecto de construcción y que comprenden diversas áreas y encargados. La segunda representa la relación entre empresa y proveedor de materiales, equipos y herramientas, entre otros. Alarcón especifica: “El enfoque basado en la cadena de suministros intenta esquematizar la relación entre empresa y proveedores, que requiere una coordinación tendiente a reducir los costos globales de la cadena. Por otro lado, la perspectiva de la logística interna de un proyecto, en el país no ha experimentado grandes mejoras puesto que carece de metodologías”.

Hecha la aclaración, nos abocaremos a la logística al interior de una obra, y particularmente en los aspectos de gestión y planificación, para descubrir sus beneficios. “En un proyecto minero de eje-



Las obras de difícil acceso requieren la construcción de caminos previos a la ejecución, planificación en el transporte de trabajadores, y el abastecimiento de proveedores.

cución Fast Track (ver página 26), la logística se inicia con la ingeniería donde se establecen las bases de operación, se completa durante los primeros meses de construcción, después de establecer los procedimientos, y concluye el último día del proyecto”, señala Luis Martínez Metzler, Project Services & Administration Manager de Spence Project, Fase II de BHP Billiton.

En el sector construcción el objetivo resulta similar. La logística, o mejor dicho la gestión de logística, apunta a una adecuada coordinación entre los actores de un proyecto. Sin embargo, “surgen complejidades y características propias de la actividad. Por ejemplo, hay obras que carecen de espacio para el acopio de materiales y bodega de equipos, impidiendo aplicar experiencias de otras industrias. Entonces, se deben aplicar medidas alternativas y especiales”, explica Sergio Maturana, profesor de Ingeniería Industrial y de Sistemas de

la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Las ventajas de gestionar la logística no pasan inadvertidas. “Los errores logísticos en la construcción se perciben como una causa habitual de pérdidas de tiempo y dinero. Sin embargo, al ejecutar obras a distancia, de gran envergadura o en lugares de difícil acceso, estas fallencias pueden generar la detención de las actividades y repercutir en toda la cadena de producción”, indica Carlos Edmann, presidente de la Comisión de Logística de la CChC. Como ejemplo, el experto señala que los libros de obra argentinos se diferencian sustancialmente de los nacionales porque aquí “son un compendio de cambios, mientras en el país vecino se trata de informes breves porque las especificaciones son rigurosas a causa de trabajos acuciosos en el anteproyecto”.

Gestionando la logística, planificando las actividades en detalle, se ahorra tiempo y recursos. Entonces, cómo se explica la ausencia de una práctica masiva de esta materia en Chile. Hay razones. Los académicos de la UC esgrimen argumentos culturales. “El problema es formativo. Por una parte los administradores de obra parecen disfrutar resolviendo problemas en el camino o como se llama comúnmente,



Para proyectos a larga distancia, la programación resulta fundamental para definir, entre otros, cantidad y tipo de equipos necesarios.

apagando incendios. Dejan de planificar como si la improvisación fuera 'la pimienta' del trabajo. Por otro lado, hay una tarea pendiente de educación de ingenieros en planificación de manejos de los espacios, distancias y otros aspectos que se adquieren con metodología".

Un motivo de peso, y de pesos, consiste en el control de los costos. "Si las constructoras tuvieran más presente el avance real de la obra versus el presupuesto, para supervisar órdenes de compra y aspectos logísticos, habría mayor planificación. Mientras el comprador esté dispuesto a cubrir los costos de estos errores no habrá cambios, pero en cuanto el mercado se torne aún más competitivo, otros actores deberán asumir los costos de la ineficiencia", asegura Erdmann.

Existe una tercera razón para postergar esta materia, porque la planificación representa "una pérdida de tiempo" para algunos profesionales y técnicos de obra. "En nuestro caso se conformó un departamento de planificación durante la construcción del Edificio de Post Grado de la Universidad Adolfo Ibáñez, que funcionó con reuniones periódicas entre jefe de terreno, bodeguero, y supervisores a quienes se motivó para planificar la obra y determinar las actividades, materiales y equipos", cuenta Andrés Bravo, administrador de obra de Cypco S.A.

Pero estos inconvenientes para postergar la planificación se pueden superar o al menos se avizoran respuestas propiciadas por los cambios del mercado. El académico Sergio Maturana explica: "Una manera de propiciar mayor logística es a través de un cambio de mentalidad en las empresas constructoras, lo que es difícil, pero a

veces necesario. Simplemente la competencia se está haciendo tan fuerte que operar en forma ineficiente resulta inviable. Es decir, o se hacen más eficientes o pierden dinero. También influye el efecto social, en la medida que las empresas vean que otras compañías están planificando, se sentirán inclinadas a hacerlo. Por último hay un recambio generacional, profesionales jóvenes que pueden inducir el cambio".

Una imagen vale más que mil palabras, y una obra vale más que mil debates. Por ello, presentamos una serie de proyectos que a juicio de sus protagonistas no hubieran podido ejecutarse sin contar con gestión logística y planificación.

Planificación 1: Larga distancia

Un ejemplo ilustrativo de gestión logística resulta la construcción de recintos ubicados en zonas extremas del país. Un caso insigne se halla en la ejecución de la carretera Austral en 1985, que responde a la necesidad de integrar al país a los habitantes del extremo sur y facilitar el abastecimiento.

Más reciente, pero no menos compleja, es la construcción del aeropuerto Mataverí (1995) de Isla de Pascua, ubicada a 4.000 km del continente y que en esa época sólo contaba con comunicación aérea dos veces por semana, recuerda Gerardo Moreno, gerente de Empresa Constructora BCF S.A. Es más, cada seis meses viajaba un buque de la Armada que transportaba gas, petróleo y otros artículos necesarios para el desarrollo de la vida local. "En este contexto, la programación previa a la ejecución de la obra –fresado y reposición de la carpeta asfáltica del aeropuerto y pavimentación del camino de 17 K que une el pueblo de Hanga Roa con la playa Anakena–, resultó fundamental para definir con exactitud la cantidad y tipo de equipos necesarios, y la alimentación, alojamiento y condiciones de vida favorables para el equipo de 150 profesionales y técnicos que trabajó durante más de un año en terreno".

Si a esto sumamos que en la isla no había puerto, queda claro que los desafíos no eran menores.



**Aeropuerto Mataverí, Isla de Pascua:
Obra a 4.000 km del continente.**



El transporte de plantas chancadoras y de asfalto, compresores, cargadores, camiones tolva, y otros, representó importantes desafíos en la construcción del Aeropuerto Mataveri, en Isla de Pascua.

En especial si se considera el transporte de plantas chancadora y de asfalto, track drill, compresores, generadores, bulldozer, motoniveladoras, cargadores, rodillos compactadores, camiones tolva, asfaltos en tambor y cemento para un mínimo de seis meses, que por ello se embaló en pallets, aislados con polietileno. La lista no tiene fin. Fierro, clavos, madera, y todo lo necesario para la instalación de un campamento para el personal. Por la cantidad y variedad de carga se hicieron dos viajes desde la Bahía de Quinteros en una barcaza que prestaba servicios al ejército norteamericano. Los materiales y equipos desembarcaron en la playa Anakena desde donde se transportaron en ramplas, hasta la instalación de faenas, las máquinas se desplazaron por sus propios medios.

En resumen, no había espacio para errores, ni un clavo de más ni de menos. “Se tuvo que medir y pesar cada equipo y material a transportar para elaborar un plano para ocupar de manera eficiente cada metro cuadrado de la barcaza. Esto porque 1 kilo de cualquier material que faltara significaba 1.500 pesos sólo en flete por avión,



siempre que hubiese disponibilidad de carga”, agrega Moreno.

Pero imprevistos hay en todas partes. “Tuvimos diversos inconvenientes para conseguir los permisos de desembarco, tanto, que en el primer viaje la barcaza permaneció una semana a la deriva esperando la autorización de atraque a la playa”.

La mano de obra representó otro reto mayor, pero la isla sorprendió gratamente, ya que fue posible preparar personal para actividades intensivas en mano de obra (obras de arte como se denomina a las alcantarillas que atraviesan los caminos, cunetas y terminaciones). Otro aspecto esencial resultó el plazo, ya que los trabajos debían

LOGÍSTICA EXTERNA

Una perspectiva diferente de la logística es la relación empresa proveedor, llamada logística y planificación externa a la obra. Aunque a juicio de los expertos hay progresos en esta área, siguen presentándose inconvenientes. “La gran mayoría de las grandes empresas no tienen sistemas Informáticos adecuados de comunicación permanente con los proveedores. Hay softwares muy adelantados de logística interna, que organizan las órdenes de compra. Por su parte, el proveedor tiene su propio software y programa logístico, pero no hay un sistema de comunicación entre ambos”, sentencia Carlos Erdmann. El experto agrega que Iconstruye suple este vacío entre quien emite la orden de compra y cómo se abastece, pero aún numerosas empresas del sector se manejan “a punta de celular” (más información www.iconstruye.cl).

La distribución de los productos en la obra es otro tema que implica planificación. Aquí las fallas son múltiples: Se pide que el camión se presenta a las 8 de la mañana, llega y hay 4 camiones betoneros esperando que tienen la prioridad, obviamente el atochamiento pueden producir problemas de contaminación, ruido y congestión, lo que aumenta los costos sociales de la construcción.

Otros errores se encuentran en no indicar al proveedor correctamente la dirección de la obra, falta de contactos al interior de la construcción, restricciones de acceso y descarga, la indefinición en acopio de materiales. Además, productos mal especificados y recepción a destiempo (errores en programación), errores en órdenes de compra, despachos a destiempo y envíos no programados con el cliente, entre otros. “La sintonía gruesa de la logística opera pero faltan ajustes de sintonía fina en planificación abastecimiento, un aspecto que hace que los costos aumenten”, dice Erdmann.

Los ejemplos de buenas prácticas en esta área abundan. En Australia diversos proveedores practican la entrega justo a tiempo, en México la compañía y líder mundial de producción de cementos, Cemex, realiza entregas garantizadas, tal como lo hacen las repartidoras de pizza; mientras en Corea, una importante productora de acero, desarrolló una solución tecnológica completa que involucra desde el diseño hasta la colocación del fierro en la obra.



acero**cap**
su origen es garantía de seguridad



CAP es la única siderúrgica en Chile que produce acero a partir de mineral de hierro.

P R O D U C T O S

CAP

SIEMPRE CON CHILE

Torre Costanera:
Las obras de gran envergadura requieren una organización básica a cargo de diversas áreas.



ejecutarse en 15 meses. Para ser rigurosos en los cumplimientos se hizo un estricto control del programa que evaluaba semanalmente los avances. “Las actividades críticas como preparar áridos o asfaltos no se podían atrasar”, señala el profesional.

Tras la experiencia, Moreno entrega recomendaciones para la ejecución de obras a distancia: **La determinación de la ubicación geográfica de las faenas**, considerando condiciones topográficas, climáticas de altura, distancia a centros de abastecimiento, acceso de materiales y equipos, flujo de barcos y aviones para la llegada de materiales y equipos y la existencia de personal calificado, es decir, un acabado estudio previo a la iniciación de obras. Otras consideraciones infaltables se centran en **la alimentación del personal, traslado, estacionalidad de las obras y costos** en períodos en los que no es posible trabajar.

Esto se suma a la planificación de la obra que debe **determinar la oportunidad y costos para personal**, equipos y materiales, entre otros. En tanto, durante el estudio del proyecto se aconseja hacer un

detalle de los consumos eléctricos de los equipos para determinar la potencia instalada y definir la utilización de subestaciones eléctricas o la cantidad necesaria de generadores.

Planificación 2: Difícil acceso

No sólo la distancia puede resultar exigente en términos de planificación, las dificultades en el acceso a las obras representan un dolor de cabeza para los administradores. En el caso del edificio de Post Grado de la Universidad Adolfo Ibáñez, ubicado en los faldeos precordilleranos de la comuna de Peñalolén, a más de 1.000 metros sobre el nivel del mar en una zona ecológica protegida, la gestión de logística contempló las vías de acceso, el plazo y los retos constructivos (*más información en Revista BIT N° 51, noviembre 2006, www.revistabit.cl*).

Antes de construir el edificio, de exigente plazo de entrega –15 meses– y arquitectura de alto vuelo creativo, era necesario llegar al lugar de la faena. Tal cual. El recinto se ubica a 1,5 k de la última



Andrés Bravo,
administrador de obra
Cypco.



Carlos Erdmann,
presidente de la
Comisión Logística CChC.



Gerardo Moreno,
gerente general
Constructora BCF.



Luis Fernando Alarcón,
director de GEPUC.



Sergio Maturana,
profesor PUC.

calle pavimentada de Santiago. Ante este panorama, se definieron rápidamente las prioridades. "Mientras ejecutábamos los caminos, entre octubre y diciembre del 2005, pudimos planificar cómo ejecutaríamos las obras restantes", comenta Andrés Bravo. Los caminos se integraron al proyecto, que incluía el manejo de las abundantes especies de valor ecológico existentes en la zona. Así, la preservación de 40 árboles nativos exigió concluir las vías de acceso "casi manualmente", como señala el administrador.

Paralelamente a la pavimentación y considerando que no existía urbanización, se realizó la instalación de faenas utilizando grupos electrógenos y camiones aljibes para abastecer de electricidad y agua potable a los trabajadores. Por su parte, las comunicaciones se realizaron por sistema inalámbrico y tecnología IP. En este punto surgió la primera lección: "Más que planes de contingencia practicamos la mantención de equipos, por esto nunca nos quedamos sin grúas, por ejemplo. Lo mismo hicimos con el grupo electrógeno al que se le hacían mantenciones rigurosas".

Bajo la consigna de "planificar, planificar y planificar", se determinaron cuatro departamentos para la ejecución del proyecto: Prevención de riesgos y medioambiente, planificación y producción, oficina técnica y calidad. Además, se dividió la obra en cinco frentes, de acuerdo con las juntas de dilatación que permitían construir cinco edificios distintos, estableciendo unidades de medida de control in-

dependientes que "permitían percibir con mayor claridad el desarrollo de las faenas". Así cada unidad disponía de un jefe de terreno y un supervisor a cargo de un jefe general de terreno, que se coordinaba con el administrador y los otros encargados de áreas.

Todo bien, pero las dificultades de acceso podían ser una excelente excusa para el ausentismo laboral y el incumplimiento de los proveedores. En el caso de la mano de obra se organizó un sistema de buses que salían de lugares estratégicos de Santiago, en total 15 vehículos que transportaban 45 personas desde la zona centro, sur y poniente de la capital.

Los contratistas de especialidades constituyeron un tema aparte. Al ser una obra con características arquitectónicas particulares se experimentaron fallas del orden del 5%, especialmente de yeseros que no exhibían óptimos rendimientos. No hubo sorpresa al considerar la alta complejidad constructiva del edificio, un recinto aterrazado de casi 11.000 m² de seis niveles, que se adapta a las curvas de la cima en la que se emplaza. Las dificultades se superaron con flexibilidad. "En estas condiciones no se puede actuar en base a rigidez sino a compromiso, el que se consiguió reuniendo a los subcontratistas periódicamente para mostrarles el avance de la obra y permitiéndoles participar en los análisis técnicos".

Otro aspecto que literalmente, surgió en el camino, fue la llegada

www.etersol.cl

Etersol

LAS MEJORES SOLUCIONES EN REVESTIMIENTOS

alfombras / pisos vinílicos / pisos laminados / cerámicas / cubrepisos

OFICINA COMERCIAL Y FÁBRICA Camino a Melipilla 10.803 - Maipú, Tel: 391 2500, Fax: 391 2505. E-mail:etersolsa@etersol.cl
 SHOWROOM Av. Nueva Costanera 4269 - Vitacura, Tel:207 6271 - 207 7291, Fax: 207 6703

CERTIFICACIÓN ISO 14001

Edificio Territoria 3000:
La excavación abarcó la totalidad de la superficie disponible, las limitaciones de espacio se resolvieron con una detallada programación de entrada y salida de camiones.



de materiales y aunque no hubo graves problemas de abastecimiento, el administrador comenta que disponer de una amplia bodega y realizar los pedidos con bastante anticipación, debido a lo exclusivo de los materiales resultó una ventaja. Pese a planificar con antelación los despachos, uno de los retos permanentes fue la entrega de hormigón. Esto porque debido a las pendientes de las vías de acceso, los camiones transportaban sólo 5 metros cúbicos por viaje, dos menos de su máxima capacidad.

Tras la experiencia, que cumplió con los plazos de entrega y condiciones estipuladas en el proyecto, Andrés Bravo aconseja: **Integrar el grupo de trabajo** para crear compromiso y fidelización con la obra y entender que la planificación no es pura técnica, “hay que revisarla porque siempre queda algo afuera. Con una correcta planificación se pueden realizar proyectos en los plazos locales que son más exigentes que en otros países”. **Darse un tiempo para planificar** aunque no abundan las horas libres, resulta indispensable para justamente ganarle al tiempo.

Planificación 3: Obras de gran envergadura

Está claro, la distancia y los lugares de complejo acceso presentan dificultades sólo superables con una adecuada gestión logística, pero ¿qué ocurre con los megaproyectos? Otro caso digno de análisis. Ejecutar una obra de 700.000 m² resulta un desafío imposible de realizar en 58 meses. Sin embargo, Costanera Center S.A. aceptó el reto ejecutar el proyecto Costanera Center, que además de un mall albergará Torre Costanera, la más alta de Sudamérica con 300 m de altura, para lo cual está aplicando rigurosos métodos de planificación y gestión.

“Se diseñó una forma específica de trabajar, similar a la utilizada en grandes proyectos de inversión en Chile, consistente en “quebrar” el proyecto en cuatro Fases de Control: Diseño, Construcción, Compras y Puesta en Marcha, para desarrollar el proyecto con calidad, y con el presupuesto y en los plazos asignados”, señala Jaime Arias, gerente del Proyecto Costanera Center.

Además de las fases, la obra cuenta con una organización mínima a cargo de diversas áreas tales como: Planificación, Unidad Legal, Presupuestos, Administración de Contratos y Costos, y un Área de

Arquitectura e Ingeniería, coordinadora de los diseños nacionales e internacionales.

Por otra parte, la organización en terreno se dividió gráficamente como una torta, en la que se incluyen los distintos sectores a construir. En el centro del “pastel” está el mall, y luego las cuatro torres enumeradas. La torre N°2 corresponde al rascacielos principal, las gemelas son las torres N°1 y 3 de 180 m de altura aproximadamente, y la más baja, donde se ubicará un centro médico y oficinas, corresponde a la N°4 de 120 m de altura. Jaime Arias explica: “Es igual a construir 5 unidades independientes (4 torres y 1 mall), más el frente de obras viales y urbanas incluidas en el Proyecto. Cada sector tiene sus propios equipos profesionales y técnicos”.

La gestión de alta dirección aplicada al proyecto (Dirección Integrada de Proyecto) no descuidó los detalles. Un ejemplo está en el contrato de administración con aseguramiento de calidad (ISO 9000) adjudicado a la Constructora Salfa, que incluye la obligación de ejecutar las torres y el mall con una calidad y plazo establecidos. Con todas estas consideraciones, el proyecto espera entregarse el 2010, aunque la flexibilidad de la planificación permitirá al mall abrir sus puertas anticipadamente mientras se termina de construir las unidades restantes (*más información Revista BIT N°53, marzo de 2007, www.revistabit.cl*).

Otro ejemplo en este sentido es el Edificio Territoria 3000, cuyos 9 subterráneos implicaron desafíos de planificación y logística. En la ejecución de fundaciones se presentaron complejidades, ya que la excavación abarcó la totalidad de la superficie del terreno disponible.

Así, las limitaciones de espacio se resolvieron con una detallada programación de entrada y salida de camiones, que en el momento peak totalizaron 140 vehículos diarios. Con esta modalidad no se entorpeció el tránsito, pero la faena se hizo más lenta de lo previsto.

Al comienzo de la excavación se hizo una rampa para que los camiones ingresaran al pozo a medida que avanzaba el trabajo. El problema es que llegó un punto en que la rampa abarcaba más de la mitad de la superficie a cavar. Hubo que buscar otro método, y surgió la idea de “importar” una solución minera. Se instaló una cinta transportadora con una tolva en cada extremo, anclada a las pilas del períme-



TECNOLOGÍA EN OBRA

“Optimización de la logística interna en obras de construcción mediante tecnología WI-FI”, es el proyecto ejecutado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT, con financiamiento de CORFO Innova, que pretende introducir el uso de tecnologías para optimizar la logística al interior de los proyectos.

En concreto, “Logística Wi Fi” a través del uso de dispositivos móviles, comunicación inalámbrica y con la opción de sincronización con Iconstruye, resulta un apoyo a la gestión logística de una obra. Propone reducir el tiempo de aprovisionamiento de materiales, disminuyendo el plazo de entrega, los pedidos urgentes, la digitación de vales, el envío de trabajadores desde el frente de trabajo a bodega, los tiempos de espera de materiales a pie de obra, y por otro lado, el desarrollo de indicadores que permiten mejorar la gestión, como las planificaciones y el control de bodegas, y por último, optimizar los recursos humanos de bodega y la distribución de materiales.

La incorporación de una plataforma móvil o PDA's que funcionará con tecnología WI- FI, representa la más importante innovación de este proyecto. Por una parte, las PDA's WI- FI reemplazarán los vales para pedidos y contendrán la información del stock en bodega. Por otro lado, el proyecto asegura una compatibilidad total con Iconstruye, portal de negocios Web y el software más utilizado por las constructoras para realizar cotizaciones en línea. (Más información Revista BIT N° 48, mayo de 2006 o www.revistabit.cl, logisticawifi@cdt.cl)

Otras alternativas en cuanto a softwares de apoyo a la gestión logística son el programa de gestión de proyectos Project Management y el software de gerencia de proyectos Primavera Inc., que por medio de una programación muestran los puntos críticos de la obra, es decir los que no deben atrasarse (Más información sobre softwares de gestión en construcciones en ediciones futuras de Revista BIT).

tro. A través de ésta se trasladaba la tierra hasta el nivel de calle en donde se cargan los camiones. La solución funcionó a la perfección, pese a la falta de experiencia en la puesta en marcha (*más información Revista BIT N°49, julio de 2006, www.revistabit.cl*).

Planificación 4: Mina de oro

Pero ojo, no sólo el retail, también la industria y específicamente la minería representan ejemplos de planificación y aplicación de sofisticada tecnología para la ejecución de megaproyectos. Según Carlos Martínez, de BHP Billiton, existen diversos requisitos en esta industria. “Lo primero es ingeniería de alta tecnología, pues cada mina tiene minerales diferentes, únicos, lo cual implica procesos de extracción y producción distintos. Por otra parte, el mercado de metales sufre variaciones inéditas de precios, siendo altamente competitivo, y para que un proyecto sea aprobado debe contar con costos de construcción y operación que aseguren la inversión”.

Ya está dicho. En cuanto a proyectos gigantes, el sector minería puede dar cátedra debido a los positivos índices de planificación y logística de las obras, que permiten construir plantas en tiempos record. “Los avances en planificación se reflejan en los índices de seguridad y medioambiente que manejan las empresas industriales. La construcción debería tender a igualar el manejo de estos aspectos. La diferencia parte de la capacitación e inducción que se hace a los profesionales y trabajadores involucrados en los proyectos de minería”, diagnostica Emilio Sáez, ingeniero con más de 30 años en proyectos industriales y gerente general de la nueva división de mantenimiento y servicio industriales de Tecsa.

La receta para este sector, que mueve grandes presupuestos en construcción y elaboración de sofisticadas plantas de producción, es la planificación previa a la ejecución. “Para tener éxito lo importante es comprender que cada dólar incorporado en las etapas iniciales de un proyecto genera un ahorro en las etapas posteriores”, afirman en BHP Billiton.



Usualmente se trabaja en proyectos Fast Track, que consideran “el traslape de las fases de ingeniería de detalles y de construcción. Es decir, cuando la ingeniería de detalles registra un avance del orden de un 40% se comienza la fase construcción. Esto genera en ocasiones re-trabajos, obras a rehacer o modificar como producto de un cambio de diseño encareciendo el costo de la obra, pero aun así el valor presente neto del proyecto para el inversionista se ve mejorado”, explica Martínez.

Por su parte, Emilio Sáez de Tecsa, asegura que “por tratarse de proyectos que se diseñan en sistema Fast Track, es fundamental planificar sobre la marcha debido a que se trabaja simultáneamente, sin la ingeniería terminada. Por esto conviene apoyarse en la experiencia adquirida en proyectos similares”.

El Fast Track introduce una exigencia adicional a la planificación y logística, como el requerimiento de equipos y materiales con gran anticipación. “Por eso es fundamental identificar al inicio del proyecto, y mantener permanentemente actualizados, los ítems que requieren de un largo plazo para ser recibidos en obra”, comentan en BHP Billiton.

Pero vamos paso a paso en la planificación. Paralelo a la confección del listado de equipos y materiales, se define el plan de contra-

Para optimizar el espacio, una cinta transportadora trasladaba la tierra hasta el nivel de la calle en el Edificio Territoria 3000.



En Torre Costanera la gestión de alta dirección incluyó el contrato de administración con aseguramiento de calidad adjudicado a la Constructora Salfa.

garantizar robustez y agilidad de reacción ante fallas. La robustez se entiende como la capacidad de manejar diversas fallas en el sistema. Se trata de un tema que se puso de moda después del atentado de las Torres Gemelas, y que se reeditó durante los desastres provocados por el Huracán Katrina, ocasión en la que la primera empresa en reaccionar después del desastre fue la cadena de supermercados Wal Mart".

Por último, los especialistas recomiendan **definir tempranamente las herramientas de gestión y sus controles**, como el listado de órdenes de compra y contratos, y mantener permanentemente actualizado el programa de actividades en un nivel suficiente de detalle para hacerle un fácil seguimiento. Agregan

tos y el listado de órdenes de compra, ambos documentos se comparan para establecer quién adquiere cada ítem y quién lo instala. Simultáneamente se prepara el programa, que al término de la ingeniería debe encontrarse detallado a un nivel que permita la secuenciación entre las fases de ingeniería, adquisiciones, construcción y puesta en marcha. Cada contrato de construcción se desglosa por área, sub-área y especialidad. A su vez, cada ítem a instalar cuenta con la cadena diseño, adquisición, instalación y puesta en marcha.

El análisis del programa es flexible. Así, se considera desde la perspectiva de la fecha comprometida para la puesta en marcha. Siguiendo inversamente el análisis, el equipo o material debe estar montado, haber llegado a obra, despachado de fábrica, elaborado, adjudicado, licitado y diseñado en el momento requerido. Del programa se determinarán las holguras y las alertas de aquellos ítems que se encuentren en situación crítica. Es tradicional aplicar el "Front End Loading" (FEL), es decir, definición de etapas y requerimientos de validación para pasar de una fase a la siguiente.

Más allá de recomendaciones y la exhaustiva planificación, los protagonistas aseguran que no se garantiza total eficiencia. "Cuando en un proyecto la planificación funciona entre el 80 y 90%, se puede decir que se está actuando bien", asegura Sáez.

Las siguientes recomendaciones se aplican a la instalación de faenas para obras monumentales: **Curva de personal del proyecto, definición del estándar de vida**, transporte, cercanía a ciudades o localidades, caminos entre la faena y las localidades y servicios básicos. **Determinación del costo de habilitar un campamento versus alojar el personal en una localidad cercana.** "Se deben tomar en cuenta aspectos de seguridad considerando los riesgos del viaje diario y de pérdida de productividad en caso de no contar con campamento. Además, se debe analizar el impacto que el proyecto puede causar en las comunidades cercanas, atender al estudio o declaración de Impacto Ambiental, **considerar las comunicaciones** como teléfono, redes de datos, aplicaciones locales y remotas, radio, celulares, y TV cable, entre otros".

También se suma la **evaluación del impacto ante una falla, implementado un plan de contingencias.** El ejemplo en este aspecto nuevamente lo dicta el área retail. Maturana explica: "Hay planes para

que independiente del sistema de control a utilizar, resulta fundamental que la información se actualice permanentemente y en forma completa y oportuna.

Obras a distancia, megaproyectos u otros dan lecciones de planificación y logística aplicables a todo tipo de obras de construcción. Sin olvidar que el tiempo y los recursos invertidos en la programación, se convierten en ahorros sustanciales en el futuro.

Conclusiones

Diversas prácticas destinadas a mejorar la logística interna de las obras de construcción resultan del análisis de casos exitosos de planificación. Las medidas más importantes son:

- Formar un área o departamento de logística y planificación de la obra, encargado de programar las actividades asociadas al proyecto y establecer responsables.
- Determinar la zona geográfica de construcción. Se recomiendan visitas previas que permitan diseñar el transporte de materiales en caso de ser necesario, y realizar un levantamiento de requerimientos de instalación de faenas y otros aspectos.
- Establecer los montos para personal, equipos, materiales, y otros.
- Planificar determinando las partidas críticas y las que no lo son, de manera de establecer las que no pueden sufrir atrasos o demoras y las que tienen mayores holguras. Apoyarse en softwares de alta tecnología, que permitan realizar una exhaustiva programación en terreno.
- Revisar permanentemente la planificación, utilizar programas de control.
- Generar órdenes de compra de acuerdo a las especificaciones del proyecto, y si es posible, con anterioridad al uso del producto.
- Manejar planes de contingencia ante fallas.
- Fidelizar y comprometer al equipo de trabajo, incluyendo trabajadores, técnicos, profesionales, proveedores, contratistas de especialidades y otros. ■

(*) Definición del diccionario de la Real Academia Española

(**) La cadena de suministros se divide en dos, la destinada a dar abasto a órdenes de clientes, y la basada en la planificación. Esta última llamada también planificación logística, incluye la programación de las actividades del proceso productivo. (Definiciones en "Developing Lean and Agile Supply Chains in the UK Housebuilding Industry")