Izaje de materiales adentro y afuera de los pisos en construcción de torres medianas o grandes

¡HAZ LAS COSAS DE MANERA DIFERENTE!

Dado el espacio que ocupa la huella de los edificios es una prioridad en las ubicaciones del centro de la ciudad en todo el mundo, la presión para construir hacia arriba continúa. La Torre Sears en Chicago, las Torres Petronas de Kuala Lumpur, la Torre 101 de Taipei y una gran cantidad de otras, ya sea en edificios o en etapas de planificación, representan los edificios súper altos de más de 100 pisos. El desarrollo de gran altura en Europa generalmente se encuentra dentro del rango más modesto de 20 a 50 pisos. La carga de entrada / salida de materiales en varios niveles de piso de estas construcciones de varios pisos debe considerarse en el proceso de planificación de la construcción, aunque a menudo es insuficiente y, en ocasiones, solo se considera como una idea de último momento. La eficiencia del proceso de carga de materiales tiene un impacto en la productividad de los diversos subcontratistas en un sitio de construcción. Las construcciones “terminadas a tiempo" dependen a menudo del proceso de carga de materiales. Este estudio teórico toma nota de los diversos métodos tradicionales de carga/descarga de material, calcula sus costos asociados y sugiere una nueva alternativa para aumentar la eficiencia y reducir los costos generales.

Objetivos del estudio

 Examinar y comparar las prácticas actuales utilizadas para la carga de entrada / salida de materiales en la construcción de estructuras de gran altura.

 Proponer una alternativa a los métodos actuales de carga de materiales para construcciones de varios pisos, ahorrando tiempo y dinero y reduciendo el riesgo de seguridad.

Métodos tradicionales de carga / descarga

“El transporte de material para la construcción de edificios de gran altura depende en gran medida de las grúas torre” (Leung & Tam 1999) junto con una plataforma construida a partir de andamios (figura 1) o una combinación de estos y un polipasto de piñón y cremallera (a menudo llamado Alimak o un Buck Hoist) (figura 2) o un mástil escalador figura 4. Los contratistas con carga/descarga de materiales dependen mucho del acceso a la grúa torre. Sin embargo, las grúas torre tienen una gran demanda en todo el mundo y (Stephens 2006, Tucker 2007) se están volviendo cada vez más difíciles y costosas de obtener, especialmente con poca antelación. Los contratistas tienen que reservar el alquiler de grúas torre hasta 6 meses antes del tiempo requerido y (Assoc. Press 2007) el plazo de entrega para una nueva puede ser incluso mayor.

Fig.1
Plataforma de Andamios

Fig. 2
Elevador de piñón y cremallera

Fig. 3
Plataforma Estática

Fig. 4
Escalador de mástil

Fig. 5
Grúa Autopropulsada (Llantas u Orugas)

Fig. 6
Grúa Torre

En los últimos años, el uso de plataformas de carga estática (figura 3) (plataformas que se extienden desde el costado de los edificios y son estacionarias) se han utilizado comúnmente. Si bien hay una serie de ventajas en el uso de las plataformas de carga estática en comparación con los otros métodos para la carga de entrada/salida de materiales, que se muestran en la Comparación de características (Tabla 1 en la página 3), estas plataformas también se utilizan junto con una grúa torre (figuras 5 y 6). La sustitución de una plataforma de carga estática por una plataforma de andamio, al tiempo que ofrece una mayor flexibilidad, especialmente si la posición de carga se tiene que mover, aún depende del acceso a la grúa torre para elevar y cargar materiales desde camiones en el suelo hasta el nivel requerido. El uso de una grúa torre para el izaje dentro/fuera de cargas relativamente livianas, generalmente de 1 a 2 toneladas, de artículos tales como paquetes de placas de yeso, varillas, tuberías, bloques de concreto, accesorios, etc. tiene varias desventajas. Se debe implementar una asignación de grúa equilibrada para evitar conflictos entre usuarios. "Sin embargo, el desequilibrio en el uso de grúas es tan común en el sitio", (Leung y Tam, 1997) que los conflictos ocurren regularmente. Esto a menudo causa retrasos que pueden tener un efecto dominó en otros usuarios progresivamente a lo largo de la jornada laboral. En un estudio (Chan 1990) se informó que la utilización de grúas torre era de alrededor del 71%, mientras que un estudio posterior (Chan & Kumaraswarny 1995) sugirió que los tiempos productivos eran de alrededor del 80% y la falta de utilización completa fue causada por un retraso en el suministro de otros recursos, como las entregas tardías de materiales, por ejemplo, concreto premezclado, etc. Otro factor a considerar es (Leung y Tam 1997) “por lo general, las operaciones de grúa (torre) se detienen durante la lluvia o cuando hay un fuerte viento”. Además, no es raro que las grúas torre fallen mecánicamente y, a veces, puede llevar varios días conseguir piezas de repuesto, especialmente si tienen que ser enviadas desde otro país.

CARACTERÍSTICA	**PLATAFORMAS DE TRANSFORMACION ESTATICA**	**PISTA DE AVANCE PIÑÓN Y CREMALLERA**	**ESCALADORA DE MÁSTIL**	**PLATAFORMA DE ANDAMIO**	**GRÚA TORRE**
Capacidad (Típica)	<= 5 toneladas	~ 2 toneladas	1 - 2 toneladas	> 8 Ton	> 10 toneladas
Huella	Dentro del edificio	Externo	Externo	Externo	Externo
Instalación	Sin estructura de conexión permanente para reparar al final.	Re-trabajo estructural necesario	Re-trabajo estructural necesario	Re-trabajo estructural necesario	Cimientos y trabajo estructural necesario.
Utilización	Solo material	Personas y Material	Personas y Material	Solo material	Solo material
Posicionamiento	Reubicable	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo
Zona de carga	Múltiples tamaños	Limitado / Pequeño	Limitado / Pequeño	Limitado / Pequeño	Limitado / Pequeño
Requisito del operador	Uno	Experto	Experto	Ninguna	Experto
Costo de diseño	Bajo	Alto	Alto	Medio	Alto
El coste de funcionamiento	Bajo	Costoso	Costoso	Bajo	Costoso
Complejidad	Bajo	Alto	Alto	Medio	Alto
Uso	Dedicado	Múltiple	Múltiple	Dedicado	Múltiple

Tabla 1-Comparación de características

El uso de plataformas estáticas o de andamiaje puede complementarse con los polipastos de piñón y cremallera y/o los escaladores de mástil, lo que le permite dedicar su tiempo a otros usos (originalmente estaban destinados a mover personas y no materiales) y otros usuarios. Mientras que algunos estudios de casos promocionales sobre montacargas de andamios y escaladores de mástil se han escrito (por ejemplo, www.sgb.co.uk), se ha realizado poco o ningún examen académico sobre su uso.

Tanto los polipastos de andamio como los sistemas de escaladores de mástil tienen limitaciones físicas, tanto en términos de capacidad como de velocidad en lo que respecta a los movimientos de material. En los sitios de construcción que utilizan estos sistemas, los movimientos de material a menudo obstruyen el movimiento de personas y viceversa. Las colas de personas que esperan ser transportadas a su nivel de trabajo pueden demorarse una hora o más en estructuras altas de varios pisos, a medida que los materiales se entregan a donde son requeridos. Incluso unas pocas personas que esperan 15 minutos varias veces al día pueden acumular rápidamente varias semanas-hombre de trabajo perdido.

En un estudio de Mitric (1975) sobre sistemas de elevadores para edificios altos, propuso modelos para las distintas configuraciones de ascensores y tiempos de viaje. El elevador de piñón y cremallera y el escalador de mástil pueden considerarse como una configuración básica de elevador. Si el material de transporte del polipasto / escalador entra en modo express (directamente desde el suelo al nivel requerido y de regreso al suelo), el tiempo que requerirá (t_r) es:

FÓRMULA

$$t_r = hs_u + hs_d + t_u$$

Donde:

h es la cantidad de pisos

s_u es la velocidad de ascenso por piso

s_d es la velocidad de descenso por piso

t_u es el tiempo de descarga

Sin embargo, en la práctica es raro que los elevadores / escaladores entren en modo express y no sean interrumpidos en los niveles intermedios por otros usuarios que desean ser transportados arriba o abajo. En este caso t_r será:

$$t_r = (hs_u + t_s n) + (hs_d + t_s n) + t_u$$

Donde

t_s es el tiempo promedio tomado por parada intermedia

n es el número de paradas intermedias

En la práctica, se puede ver fácilmente que para construcciones más altas con un mayor número de pisos intermedios t_r aumenta significativamente, lo que ralentiza enormemente el transporte de material al destino requerido. También puede causar gran conflicto entre los usuarios.

En algunos sitios de construcción, las plataformas estáticas se utilizan para reemplazar los otros métodos o al menos reducir su número, ya que los contratistas se dan cuenta de los ahorros que se pueden obtener en los costos totales del proyecto y la facilidad de administración. Los contratistas pueden decidir utilizar solo un polipasto de pasajeros, dejando los materiales cargados en las plataformas. Sin embargo, la mayor ventaja de usar plataformas estáticas contra los polipastos o escaladores de mástil es la reducción en el tiempo de carga de entrada/salida y, por lo tanto, una reducción de los costos totales del proyecto.

LOGÍSTICA DE LOS MÉTODOS DE CARGA

PLATAFORMA DE ANDAMIOS

1. Diseñar y verificar las cargas a las que será sometida la estructura para cada posición de acceso. Cada nueva posición significa un nuevo proceso de diseño.
2. Armar los andamios y atarlos al edificio.
3. proceso de carga
a. La carga llega al sitio.
b. Levante la carga del camión de entrega con una grúa torre directamente a la plataforma de andamios.
c. Mueva la carga de la plataforma al área de trabajo.
4. Retire los andamios.
5. Hacer buenos puntos de fijación.

POLIPASTOS DE PIÑÓN Y CREMALLERA (a menudo llamadas Alimaks o Buck Hoists)

1. Diseñar y verificar las cargas para cada posición de acceso. Una nueva posición significa un nuevo proceso de diseño.
2. Las restricciones de diseño significan que la carga máxima del polipasto suele ser inferior a 2 toneladas y la apertura de la compuerta es de un máximo de 6.4 pies (1.95mts), lo que te lleva al requisito de descomponer las cargas completas en 2 o 3 subcargas.
3. Armar andamios y polipasto.
4. proceso de carga
a. La carga llega al sitio.
b. Levante la carga del camión de entrega mediante una grúa torre o un montacargas, hasta un área de acopio. (Es raro que el camión de reparto pueda llegar directamente al polipasto).
c. Divida las cargas en cargas parciales.
d. Transportar para su izaje.
e. Eleve carga hasta el piso requerido del edificio.
f. Remueva la carga del polipasto hacia el área de trabajo.
5. Retire el polipasto y los andamios.
6. Hacer buenos puntos de fijación.

ESCALADOR DE MÁSTIL

1. Diseñar y verificar las cargas para cada posición de acceso. Una nueva posición significa un nuevo proceso de diseño.

2. Las restricciones de diseño significan que la carga máxima del escalador suele ser inferior a 2 toneladas, lo que requiere una descomposición de las cargas completas en 2 o 3 subcargas.
3. Armar cualquier andamio y escalador de mástil.
4. proceso de carga
   a. La carga llega al sitio.
   b. Levante la carga del camión de entrega con una grúa torre o un montacargas hasta un área de acopio. (Es raro que el camión de reparto pueda llegar directamente al escalador.)
   c. Divida las cargas en cargas parciales.
   d. Transportar al escalador.
   e. Eleve hasta el piso requerido en el edificio.
   f. Mueva la carga del escalador al área de trabajo.
   g. Retire el escalador y cualquier andamio.
5. Retire el escalador de mástil.
6. Hacer buenos puntos de fijación.

GRÚA TORRE

1. Diseñar y verificar las cargas para cada posición de acceso. Una nueva posición significa un nuevo proceso de diseño.
2. Montar la grúa
3. proceso de carga
   a. La carga llega al sitio.
   b. Levante la carga del camión de reparto por grúa torre.
   c. Eleve hasta el piso requerido en el edificio.
   d. Mueva la carga de la plataforma al área de trabajo.
4. Retire la grúa torre.
5. Hacer buenos puntos de fijación.

SISTEMA DE ALTA EFICIENCIA
(SERIE LTD®)

Hasta 1949, las grúas utilizadas en la construcción podían hacer izajes verticalmente pero no tenían movimiento horizontal, y los materiales se transportaban manualmente después de ser descargados. Con la innovación de Hans Liebherr, la grúa torre no solo podía oscilar los materiales horizontalmente, sino que también se podía transportar en partes y ensamblarse completamente en el sitio de construcción. Su diseño, el TK-10, era una máquina que tenía la unidad de giro en la parte inferior, permitiendo que toda la grúa girara, con un brazo horizontal en la parte superior. Se presentó en la Feria de Frankfurt en 1949, pero los nuevos diseños llegaron al mercado casi inmediatamente después de su presentación. El desarrollo de estas nuevas grúas torre llegó a tiempo para el auge de la construcción en la década de 1950, cuando los edificios se necesitaban rápidamente y, por lo tanto, las grúas y otros equipos tenían una gran demanda. En conjunto, la facilidad de transporte y montaje, así como la eficiencia creciente, contribuyeron al desarrollo de estructuras de edificios más altos.

Desde principios del siglo XX, ha habido pocos cambios hacia la mejora de la eficiencia del manejo de materiales hasta ahora. El estándar de eficiencia y seguridad se ha elevado con la introducción de la innovadora y altamente eficiente Plataforma de Transferencia de Elevación

de Carga (LTD® “Load Lifting Transfer Deck”) que ha cambiado la forma en que la construcción mueve el material para estas estructuras de edificios cada vez más altos. Un desarrollo más avanzado del sistema de carga de plataforma estática, combina el uso del LTD® con plataformas accesorias retráctiles ligeras para producir un sistema de elevación de materiales prácticamente autocontenido y eficiente. A diferencia de los sistemas anteriores, el LTD® es capaz de reubicar rápidamente sus propias plataformas a niveles más altos. Por lo tanto, se elimina la necesidad y, por lo tanto, el costo de instalar plataformas en cada nivel de piso. Una de las principales ventajas de este sistema es que, después de la instalación inicial del LTD®, todas las grúas (incluidas las grúas torre) ya no son necesarias para mover el material. El acceso a las grúas torre, que es una ventaja en los sitios de construcción, es un activo costoso de contratar. Está particularmente expuesto a condiciones climáticas incluso moderadas y requiere un operador experto. El sistema de plataforma accesoria retráctil y LTD® reduce la dependencia de la grúa torre y, a menudo, puede operar (dependiendo de dónde se coloque) en donde una grúa torre no puede hacerlo.

1. Verificación de cargas y estructura para posiciones de acceso.
2. Diseñar y fabricar cualquier estructura de acero especial para fines de montaje si fuera necesario.
3. Instale el LTD® utilizando una grúa torre.
4. Instale las plataformas accesorias retráctiles utilizando el LTD®.
5. Proceso de carga

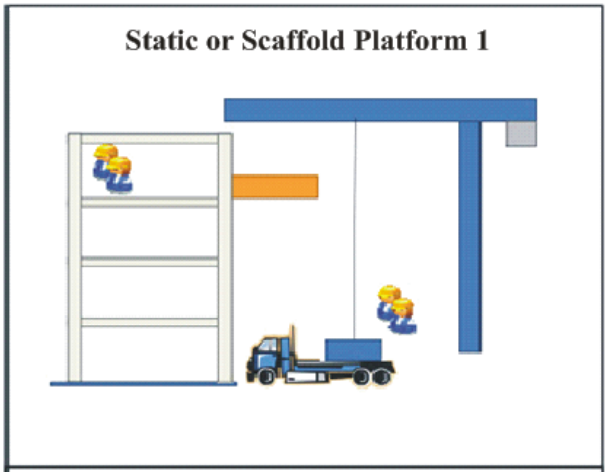
a. La carga llega al sitio.
b. Levante la carga del camión de entrega del LTD® y colóquela en la plataforma accesoria retráctil en una sola operación.
c. Mueva la carga dentro del edificio con una plataforma accesoria retráctil al área de trabajo.
d. Baje el gancho para que recoja otra carga mientras la primera carga está siendo llevada al área de trabajo.

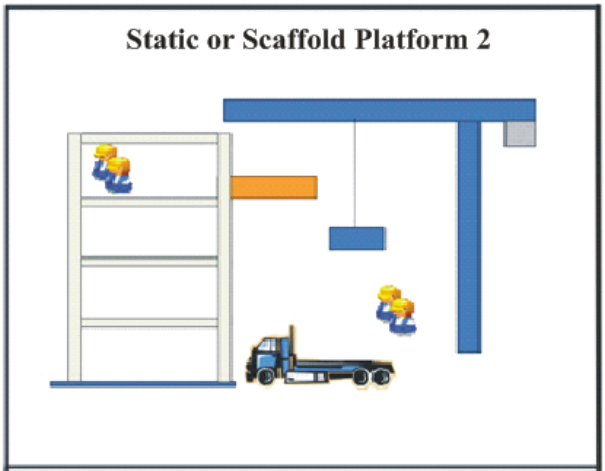
6. Al final del proyecto, use el LTD® para quitar las plataformas accesorias retráctiles, y luego la grúa torre para quitar el LTD®.

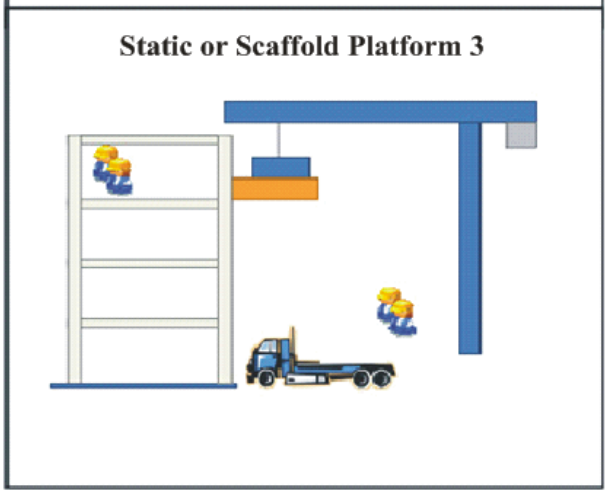
DIAGRAMAS DE PROCESOS DE CARGA

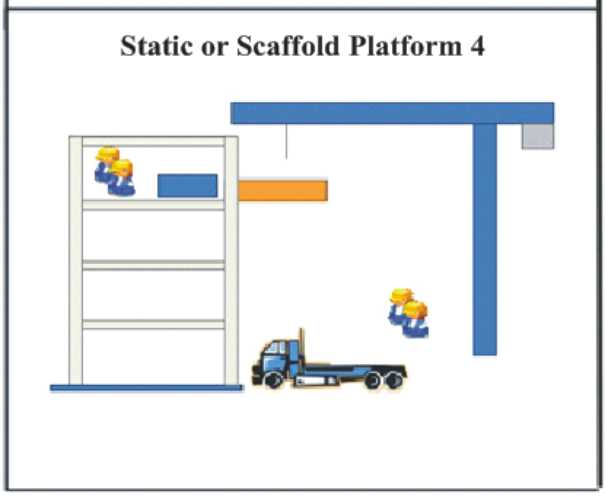
Los diagramas a continuación muestran las etapas del proceso de elevación.

PLATAFORMA ESTÁTICA O DE ANDAMIOS CON GRÚA TORRE

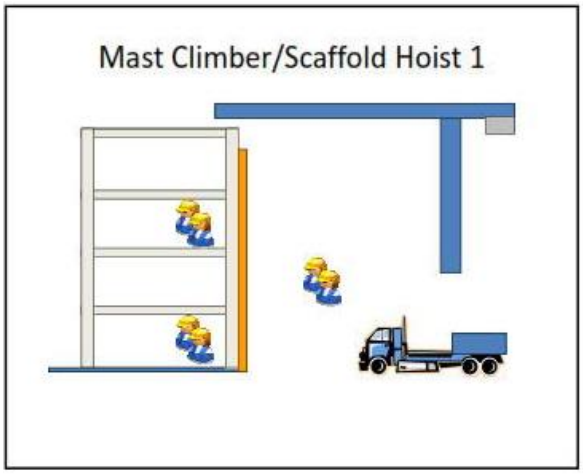


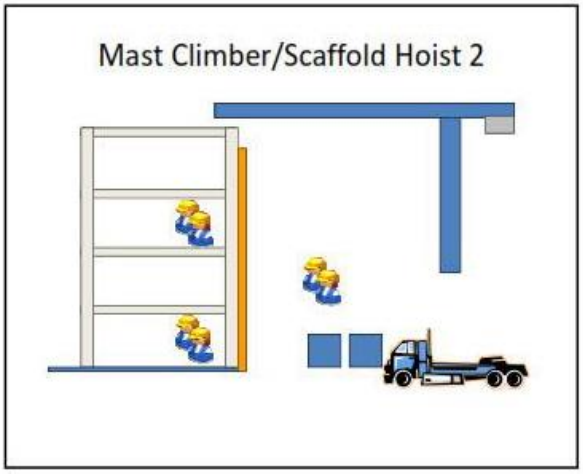




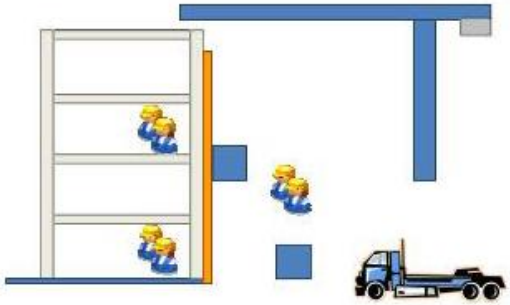


ESCALADOR DE MÁSTIL / POLIPASTO DE ANDAMIOS / ALIMAK o BUCK HOIST

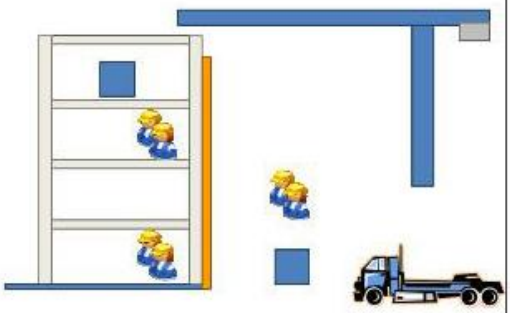




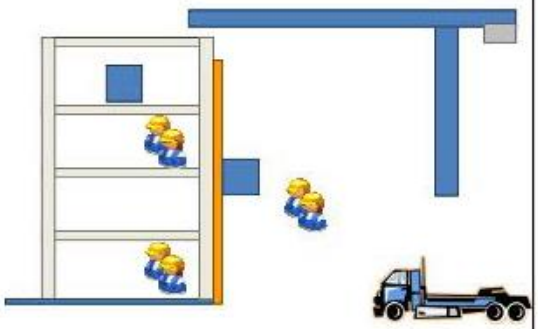
Mast Climber/Scaffold Hoist 3



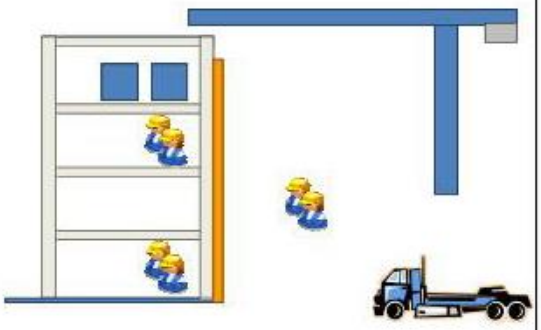
Mast Climber/Scaffold Hoist 4



Mast Climber/Scaffold Hoist 5

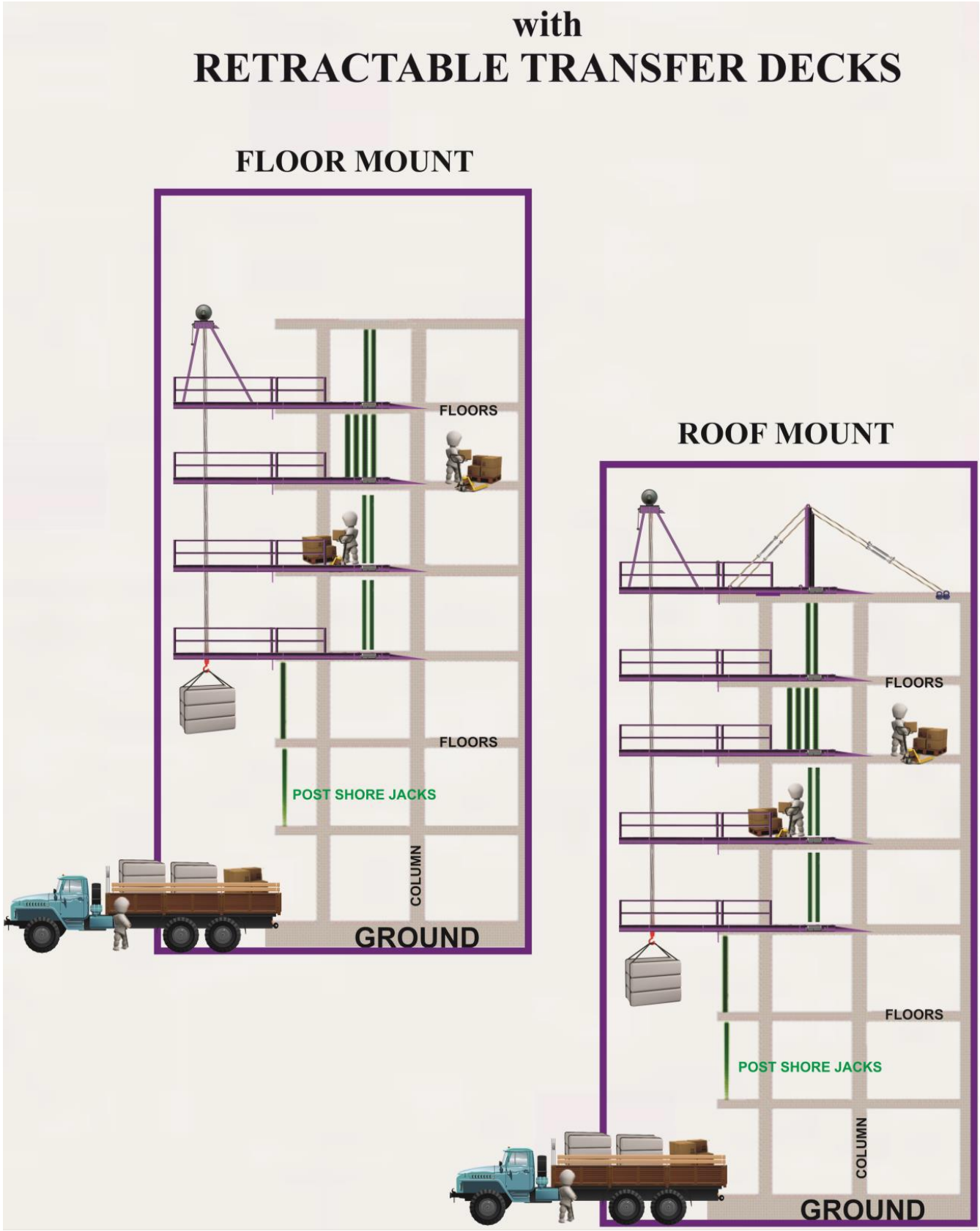


Mast Climber/Scaffold Hoist 6



SERIE LTD® CON PLATAFORMAS ACCESORIAS RETRÁCTILES

SERIE LTD®



IMPLICACIONES PARA LA PLANIFICACIÓN

La planificación efectiva de la construcción requiere una comprensión completa de cada proyecto en particular

(Proverbios, et al 1999). Arditi (1985) calificó la planificación como el factor de mayor influencia para lograr una mejora en la productividad de la construcción. La planificación de cómo se deben cargar los materiales en una construcción de varios pisos a menudo no se considera tan detallada como quizás debería ser. Con el fin de coordinar todos los usos y usuarios múltiples del equipo de carga, debe planificarse lo antes posible para hacer el uso más eficiente del método de carga que se utilizará. Por ejemplo, colocar plataformas de carga directamente encima de las bahías de acceso es obviamente una situación ideal. Sin embargo, la estructura del edificio y el área circundante pueden no permitir esto, pero con un poco de planificación avanzada puede permitir mover las bahías de acceso a una posición alternativa para maximizar la eficiencia de carga.

Dado que muchos usuarios diferentes necesitan materiales para ser cargados en diferentes niveles de pisos, es de vital importancia considerar el tiempo y, por lo tanto, los costos asociados, con las cargas reales. Ciertos materiales generalmente asociados con la construcción de la estructura en sí solo pueden cargarse mediante el uso de la grúa torre y estos a menudo tienen prioridad sobre otros materiales. Como se señaló anteriormente, esto ejerce presión sobre otros usuarios que necesitan acceso a la capacidad de elevación y causa conflictos en el sistema.

A partir de la observación práctica de los procesos de carga de materiales, se ha desarrollado el siguiente modelo de tiempo. Este modelo de tiempo (Tabla 2 en la página 11) es un promedio estimado de los tiempos de proceso reales (ya que los sitios varían mucho), pero demuestra las grandes diferencias en los tiempos de carga de material.

También ha asumido el modo express para el polipasto/escalador, aunque en la práctica esto rara vez ocurrirá. Los tiempos de elevación pueden aumentar significativamente si se producen múltiples paros en el piso.

No se ha considerado el impacto del paro de la grúa torre debido a las condiciones climáticas, que pueden ser adicionales al 20% del tiempo improductivo señalado anteriormente. Se ha estimado el tiempo de espera para grúas y polipastos de andamios a partir de las observaciones del sitio (el doble para el polipasto y el escalador porque subdividen las cargas).

“Las grúas han llegado a simbolizar la construcción de edificios en sí. Realizan servicios indispensables en materiales y componentes móviles, tanto vertical como horizontalmente”. Shapira (2007). Antes de que los planificadores comiencen a considerar la asignación del tiempo de grúa torre entre varios usuarios, primero deben analizar los requisitos de los sistemas de carga alternativos disponibles. El posicionamiento cuidadoso de las bahías de acceso a nivel del suelo permite que los camiones que entregan materiales a los sitios se coloquen directamente debajo de las posiciones de carga del nivel superior. Esto puede eliminar la necesidad del transporte horizontal de cargas. La elevación directamente desde el camión elimina la manipulación de múltiples materiales y también ahorra tiempo y dinero. Considera hacer las cosas de manera diferente.

MODELO DE TIEMPOS DE INSTALACIÓN Y REMOCIÓN

TIEMPOS DE ENSAMBLE Y DESENSAMBLE EN HORAS	LTD	Grúa Torre	Polipasto (para personal y materiales) de piñón y cremallera	Escalador de Mástil	Polipasto de Andamios
Ensamble	4	16	20	10	12
Instalación de Andamios				10	10
Instalación	1.5	10	20		6
Remoción de Andamios				6	6
Remoción	1	12	10	6	6
Trabajos de remoción de estructura		6	10	6	6
HORAS	**6.5**	**44**	**60**	**38**	**46**

TIEMPOS POR CARGA EN MINUTOS	LTD	Grúa Torre	Polipasto (para personal y materiales) de piñón y cremallera	Escalador de Mástil	Polipasto de Andamios
Bajar del transporte	3	3	3	3	3
Transportar al área de acopio		2	2	2	2
Dividir el pallet en dos cargas más pequeñas			5	5	5
Transporte de pallets divididos a posición de carga			6	6	6
Tiempo de espera		88	10	14	14
Cargar en el polipasto o escalador			3	2	2
Tiempo de tránsito vertical	2	4	4	6	6
Transporte al interior del edificio	2	3	3	3	3
Transporte del pallet a la posición de trabajo	3	6	6	6	6
MINUTOS	**10**	**106**	**42**	**47**	**47**
% DE TIEMPO PERDIDO SI NO SE USA EL SISTEMA LTD	**0**	**91%**	**76%**	**79%**	**79%**
CANTIDAD POSIBLE DE CARGAS POR DÍA	**75**	**8**	**12**	**10**	**10**
CANTIDAD POSIBLE DE CARGAS EN SEMANA DE 5 DÍAS	**375**	**40**	**60**	**50**	**50**
CANTIDAD POSIBLE DE CARGAS POR MES DE 22 DÍAS	**1650**	**176**	**264**	**220**	**220**

Estas estimaciones se basan en una construcción de 10 pisos.

Tabla 2- Modelo de tiempos de instalación / remoción

Sin duda, se podría argumentar que algunos de estos tiempos se sobreestiman, mientras que otros se subestiman, pero en conjunto estos tenderán a anularse mutuamente, ya que el tiempo total estimado es representativo de la realidad. Las implicaciones de este trabajo son que al considerar cuidadosamente el acceso a nivel del suelo en la etapa de diseño del edificio y el uso de los sistemas de carga más eficientes, los contratistas pueden ahorrar un tiempo significativo en la construcción del edificio y reducir el riesgo de que los proyectos se retrasen e incurrir en multas.

IMPLICACIONES FINANCIERAS

Al usar el modelo de tiempos anterior, se pueden convertir en un modelo de estimación de costos que se muestra en la Tabla 3 en la página 13. Los supuestos se basan en la información de costos

obtenida de varios contratistas de construcción líderes y de las principales compañías desarrolladoras de plantas. El costo semanal de alquiler y operación de una grúa torre es generalmente de $ 15,000 a $ 30,000 USD o más en los EEUU. Para este análisis, se han asumido conservadores $20, 000. El costo de alquiler típico de andamio y plataforma es de $ 6700 / mes para una construcción de 10 pisos. Se usa el costo real de un alquiler de cinco (5) meses de un escalador de mástil de 60 pies (18 mts) de largo y 32 pies (9.7 mts) de alto y los polipastos de andamios son de un costo similar al de la grúa torre. El alquiler típico de plataformas estáticas es el citado por los contratistas y las empresas de alquiler. Tenga en cuenta que los costos para andamios, polipastos y escaladores aumentarán en proporción a la altura de la construcción, donde la plataforma estática y el sistema LTD® son iguales e independientes de la altura de la construcción. Para comparación internacional, en el momento de redactar este documento, los costos de alquiler de los EE.UU. están basados en 1.55USD = 1GBP, fueran similares a los del Reino Unido. Si bien los costos de alquiler de equipos fueron muy similares en los países occidentales, las tarifas de mano de obra difieren y los lectores deben emitir sus propios juicios basados en los costos de mano de obra locales en cuanto al impacto en los costos generales.

A partir de este análisis, se puede ver claramente que cuanto mayor sea el número de cargas, mayores serán los ahorros en costos que la combinación del LTD® y las plataformas accesorias tienen sobre los otros sistemas. Si hacemos una suposición conservadora de que cada nivel de piso tendrá 50 cargas, para construcciones de 10 pisos o más, los ahorros de costos totales del proyecto que se pueden lograr al usar la combinación de la LTD y las plataformas son bastante significativos. Como ejemplo real, para un proyecto de hotel de 10 pisos en Strand, Londres con los gerentes de proyecto, Urvasco, una compañía española, el número real de cargas de yeso y bloques fue de 1838.

MODELO DE COSTOS DE INSTALACIÓN Y DESINSTALACIÓN

COSTOS DE ENSAMBLE Y DESENSAMBLE	LTD	Grúa Torre	Polipasto (para personal y materiales) de piñón y cremallera	Escalador de Mástil	Polipasto de Andamios
Ensamble / Instalación	$ 840.00	$ 25,000.00	$ 2,600.00	$ 1,350.00	$ 1,400.00
Remoción	$ 750.00	$ 25,000.00	$ 2,000.00	$ 750.00	$ 750.00
Obras de reparaciones estructurales	$ -	$ 2,000.00	$ 1,000.00	$ 500.00	$ 500.00
Permisos requeridos	NO	SI	SI	SI	SI
COSTO TOTAL	**$ 1,590.00**	**$ 52,000.00**	**$ 5,600.00**	**$ 2,600.00**	**$ 2,650.00**

COSTOS POR CARGA	LTD	Grúa Torre	Polipasto (para personal y materiales) de piñón y cremallera	Escalador de Mástil	Polipasto de Andamios
Renta de equipo pro-rateado por # promedio de cargas	$ 3.22	$ 172.73	$ 38.33	$ 45.55	$ 36.50
Bajar del transporte	$ -	$ 17.50	$ 17.50	$ 17.50	$ 17.50
Transportar al área de acopio		$ 17.50	$ 17.50	$ 17.50	$ 17.50
Dividir el pallet en dos cargas más pequeñas			$ 17.50	$ 17.50	$ 17.50
Transporte de pallets divididos a posición de carga			$ 17.50	$ 17.50	$ 17.50
Tiempo de espera		$ 27.50	$ 27.50	$ 27.50	$ 27.50
Cargar en el polipasto o escalador			$ 17.50	$ 17.50	$ 17.50
Tiempo de proceso de la grúa torre		$ 52.00		$ 29.05	$ 29.05
Tiempo de tránsito vertical	$ 1.66	$ 3.32	$ 3.32	$ 4.98	$ 4.98
Transporte del pallet a la posición de trabajo	$ 4.75	$ 10.50	$ 10.50	$ 10.50	$ 10.50
COSTO TOTAL INCLUYENDO LA RENTA DEL EQUIPO	**$ 9.63**	**$ 301.05**	**$ 167.15**	**$ 205.08**	**$ 196.03**

COSTO TOTAL SEPARADO DE LA RENTA DEL EQUIPO	**$ 6.41**	**$ 128.32**	**$ 128.82**	**$ 159.53**	**$ 159.53**

Tabla 3 - Modelo de costo de instalación / eliminación

¡Además de todos los ahorros que tenemos aquí, el mayor beneficio proviene de liberar las grúas de torre del movimiento de materiales para permitirles construir el edificio!

TIEMPO GENERAL Y COMPARACIÓN DE COSTOS

AHORROS EN COSTOS USANDO EL SISTEMA LTD	LTD	Grúa Torre	Polipasto (para personal y materiales) de piñón y cremallera	Escalador de Mástil	Polipasto de Andamios
COSTOS TOTALES DE PROYECTO					
COSTO PARA COMPLETAR 500 CARGAS	$ 3,205.00	$ 64,160.00	$ 64,410.00	$ 79,765.00	$ 79,765.00
COSTO PARA COMPLETAR 1000 CARGAS	$ 6,410.00	$ 128,320.00	$ 128,820.00	$ 159,530.00	$ 159,530.00
COSTO PARA COMPLETAR 5000 CARGAS	$ 32,050.00	$ 641,600.00	$ 644,100.00	$ 797,650.00	$ 797,650.00
AHORROS EN COSTO USANDO EL SISTEMA LTD					
AHORROS EN COSTO PARA COMPLETAR 500 CARGAS		$ 60,955.00	$ 61,205.00	$ 76,560.00	$ 76,560.00
AHORROS EN COSTO PARA COMPLETAR 1000 CARGAS		$ 121,910.00	$ 122,410.00	$ 153,120.00	$ 153,120.00
AHORROS EN COSTO PARA COMPLETAR 5000 CARGAS		$ 609,550.00	$ 612,050.00	$ 765,600.00	$ 765,600.00

# DE DÍAS PARA COMPLETAR LAS CARGAS A COMPARAR	LTD	Grúa Torre	Polipasto (para personal y materiales) de piñón y cremallera	Escalador de Mástil	Polipasto de Andamios
# DE DÍAS PARA COMPLETAR 500 CARGAS	6.67	62.50	41.67	50.00	50.00
# DE DÍAS PARA COMPLETAR 1000 CARGAS	13.33	125.00	83.33	100.00	100.00
# DE DÍAS PARA COMPLETAR 5000 CARGAS	66.67	625.00	416.67	500.00	500.00

RIESGO

Otro factor que debe tenerse en cuenta es el elemento de riesgo. El riesgo de daños a la carga aumenta con cada vez que se maneja la carga. Al reducir el manejo, también se reduce el riesgo de daños. Con la plataforma de andamios y los sistemas de plataforma estática, la carga se transfiere directamente desde el camión de entrega al piso donde se requiere. Con los sistemas de escalador de mástil o de polipastos de andamios, la carga se divide, a menudo se transfiere a un área de acopio, y luego se transporta al polipasto de andamios o al escalador, con una transferencia final al nivel del piso requerido. A esto se suma el hecho de que el uso de equipos como montacargas, etc., para transferir materiales en un sitio de construcción tiene un alto factor de riesgo. Los múltiples medios de manipulación aumentan el factor de riesgo varias veces en comparación con el levantamiento simple desde el camión de entrega hasta el nivel del piso requerido. La reducción del riesgo reduce el desperdicio y por lo tanto reduce los costos del proyecto.

¡No olvidemos que todo el lugar de trabajo se convierte en una zona de peligro con la grúa torre!

CONCLUSIONES

Algunos sistemas se pueden utilizar para transportar personas y materiales, mientras que otros se dedican al proceso de manejo de materiales. Cada sistema tiene sus beneficios particulares y usos primarios. De este análisis queda claro que para el transporte exclusivo de materiales, los sistemas dedicados a ese uso son significativamente más eficientes en términos del tiempo que se tarda en cargar materiales y ahorra en el costo total del proyecto. En economías de bajo costo laboral, como India, donde la carga de material se realiza a menudo mediante un esfuerzo manual, (un director de construcción señaló hacia la ventana y le dijo al escritor: "Los tres edificios de 20 pisos enfrente, que él construyó, ... cada carga fue llevada sobre las espaldas de los hombres. Tomó meses en lugar de semanas, pero la mano de obra es muy barata aquí”.) En estas situaciones, el tiempo, en lugar del costo, tal vez debería recibir mayor importancia.

Las ventajas de la combinación de las plataformas accesorias retráctiles LTD® son:

 Hasta 10,000 libras (4,500 kg) de capacidad de carga. La SERIE LTD® ofrece capacidades de carga de 2,000 lbs (900 kg), 4,000 lbs (1,800 kg), 6,000 lbs (2,700 kg), 8,000 lbs (3,600 kg) y 10,000 lbs (4,500 kg).
 Cable de acero y velocidades de gancho a más de 200 pies por minuto (1 mt por segundo).
 Lleva las cargas al edificio para ser descargadas de manera segura.
 Se puede levantar una carga mientras se descarga otra en el piso deseado.
 Puede ser utilizado a las 3 horas de la entrega en el sitio de trabajo.
 Carga a cada piso debajo del polipasto con una plataforma accesoria que hace que el LTD® sea el polipasto más eficiente del mundo
 Se puede mover a diferentes pisos dentro de media hora y listo para usar
 Crea una "zona de carga" de 20'x20 '(6 mts x 6 mts) que ayuda para evitar que todo el sitio de trabajo sea peligroso debido al movimiento del material
 Tiene opción de control remoto, puede operar de forma remota 10 plataformas y 1 polipasto desde 300 pies (90 mts) de distancia
 Reduce las pérdidas por mano de obra al mover todo el material necesitado a mano y elimina el tiempo de espera para los trabajadores
 Reduce el tiempo y costo de las grúas.
 Ambientalmente verde, deja una huella ambiental más pequeña que un carruaje tirado por caballos
 Usa Fluido Hidráulico Biodegradable Clarity
 Fácil de entrenar en su operación a los empleados
 Simple botón para plataforma y palanca para el polipasto
 Todas las piezas son de calidad industrial
 Mantenimiento mínimo
 Las cargas se pueden izar directamente desde la plataforma del camión
 Ciclo de trabajo del 100%
 Dedicado a la carga de entrada/salida, lo que elimina o al menos reduce los conflictos de uso
 Facilidad de instalación, tardando sólo unas horas.
 Facilidad de operación, no se necesita un operador calificado (consulte las regulaciones de su

área).
 Ahorro de costos en general, particularmente en construcciones más altas o donde hay un alto número de cargas
 MONTAJE EN EL TECHO significa que puede dar servicio a TODOS los pisos además del techo, si lo desea

Este análisis no ha considerado los costos de oportunidad, por ejemplo, ¿para qué más podría usarse la grúa torre en lugar de mover los materiales al nivel del piso o retirarla antes del sitio de trabajo? Estos costos son quizás los más grandes de todos y tienen un impacto muy grande en los tiempos de ejecución del proyecto. Al liberar el tiempo de grúa torre, es más probable que los proyectos se adhieran al cronograma, evitando así costosas multas por entrega tardía.

Además de todos los beneficios mencionados anteriormente, el LTD® es perfecto para remodelaciones e incluso demoliciones en áreas estrechas donde grúas e implosiones no son una opción.

El LTD® también tiene la capacidad de personalizarse para adaptarse a una necesidad más amplia, más estrecha, más corta o más larga.
¡En resumen, el LTD® es su solución de movimiento de materiales!

El nuevo sistema LTD® de alta eficiencia descrito, fue premiado como el Producto Innovador en 2008 en la CON / AGG Expo en Las Vegas.
El LTD® está clasificado como 29 CFR Parte 1910.179 y ANSI / ASME B30.2 y B30.16.
Referencias
Arditi D. (1985) Construction Productivity Improvement, Journal of the Construction Division ADCE, pages 111, 1-14
Associated Press (2007) Building boom causing a shortage of cranes American City Business Journals, May 29
Chan D.W.M. & Kumaraswamy M.M. (1995) A study of the factors affecting construction in Hong Kong, Construction Management and Economics, 13(4), pages 319-33
Chan Y. (1990) A study of the performance of tower cranes on building sites in Hong Kong, Dissertation BSc in Building, City University of Hong Kong
Proverbs D.G., Holt G.D., Olomolaiye P.O., (1999) Construction Management and Economics, pages 17, 577-587
Shapira A (2007) Cranes for Building Construction Projects, Journal of Construction Engineering & Management, Sept Vol. 133 Issue 9, pages 690-700
Stephens T, (2006) Need a tower cane? Take a number, Construction and Equipment, Mar 23
Tucker L, (2007) Tower crane shortage means project delays for Portland contractors, Daily Journal of Commerce (Portland OR) Feb 7
Leung A.W.T. & Tam C.M. (1999) Prediction of hoisting time for tower cranes for public housing construction in Hong Kong, Construction Management and Economics 17, pages 305-314
Mitric S, (1975) Elevator Systems for Tall Buildings Part 1: Single-Mode elevator Systems, Transportation Science, Vol. 9 Issue 1, pages 54-73
*****
Un agradecimiento especial al Dr. Ian Evans, MBA, PhD por su investigación y compilación de información. Este artículo fue revisado por Mark Pruskauer, enero de 2015 y traducido al español por PMP Ing. José Luis Rodríguez R. marzo de 2019.

P. O. Box 62066; Fort Myers, FL 33906

239-274-LIFT TOLL FREE: 844-669-LIFT

Mark@airoind.com: www.airoind.com