

● SOSTENIBILIDAD

P. 1

**LA RENTABILIDAD
DE LOS EDIFICIOS VERDES**

Arq. Julio Carrillo.

● SEGURIDAD Y

P. 3

**SALUD EN EL TRABAJO
EVALUACIONES ERGONÓMICAS
DEL ATORTOLADO
DEL ACERO DE REFUERZO**

Ing. Pablo Orihuela y Lic. Amelia Kuroiwa.

● PRODUCTIVIDAD

P. 8

**REDUCCIÓN DE RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN**

Bach. Marco Paulo Galarza Meza.

● CALIDAD

P. 11

**EL PROBLEMA DEL
"PISO BLANDO"**

Ing. Ángel San Bartolomé.

Editorial ●

En los últimos meses, hemos realizado importantes inversiones para optimizar nuestra producción y al mismo tiempo preservar el medio ambiente, logrando un desarrollo empresarial en armonía con el entorno.

Una parte importante de esta inversión se destinó a la modernización de la Planta de Laminación de Arequipa, que incrementa en 150% su capacidad de producción, que pasa de 100 mil a 250 mil TM de productos terminados. Las obras fueron ejecutadas por contratistas locales y más de 300 trabajadores de la región.

Con esta ampliación y la modernización de nuestros equipos, se ratifica una vez más el compromiso de Aceros Arequipa con el desarrollo sostenible del país, mediante una producción más eficiente y a la vez amigable con el medio ambiente.

En la presente edición, el Arq. Julio Carrillo, nos presenta el tema: La Rentabilidad de los Edificios Verdes, donde nos explica la importancia de construir cumpliendo estándares internacionales y cuáles son los beneficios que ofrece este tipo de construcciones, aparte de disminuir el impacto ambiental.

Por otro lado, el Ing. Ángel San Bartolomé, Profesor de la PUCP, analiza el problema del "Piso Blando" en la construcción, factor de suma importancia durante un evento sísmico.

En la sección Seguridad y Salud en el Trabajo, publicamos el artículo: Evaluaciones Ergonómicas del Atortolado del Acero de Refuerzo, donde el Ing. Pablo Orihuela y la Lic. Amelia Kuroiwa, explican sobre los riesgos físicos que se presentan a la hora de cumplir con esta tarea.

Finalmente, el Bach. Marco Paulo Galarza Meza, escribe sobre La Reducción de Residuos de Construcción, y presenta algunas alternativas para mejorar esta problemática que afecta al medio ambiente.

Comentarios y sugerencias a:
construccionintegral@asa.com.pe

> SOSTENIBILIDAD

LA RENTABILIDAD DE LOS EDIFICIOS VERDES

Arq. Julio Carrillo
LEED® Accredited Professional. Gerente General IBRID SAC
jcarrillo@ibridsac.com, www.ibridsac.com

Las prácticas de diseño y construcción sostenibles pueden aportar significativamente al modelo de desarrollo sostenible de una ciudad e incluso de un país, brindando beneficios sociales (a la gente), disminuyendo el impacto negativo al medio ambiente y, sobre todo, beneficios económicos para los propietarios o inversionistas.

El boom económico peruano es, en definitiva, una realidad en la que el sector construcción/inmobiliario es uno de los pilares. Actualmente el Perú es un país muy atractivo para los inversionistas nacionales, pero principalmente para los extranjeros. Este hecho ha creado una demanda especial con exigencias a la altura de países del primer mundo.

Entre estas exigencias especiales, la construcción "verde" certificada (ejemplo: LEED, EnergyStar, BREEAM, etc.) es reconocida y preferida en las evaluaciones que tratan del futuro emplazamiento de espacios de trabajo de corporaciones internacionales. Las empresas multinacionales o corporaciones de gran fortaleza económica, tienen conocimiento de los beneficios que este tipo de edificaciones ofrecen y no dudan en orientar sus políticas y decisiones hacia un modelo más sostenible.

Si aún no lo ha hecho, inscribese para seguir recibiendo su boletín en: www.acerosarequipa.com/construccion

Comité Editorial: Departamento de Marketing Corporación Aceros Arequipa S.A. - Motiva S.A. Consultoría, Inmobiliaria y Construcción.

Colaboradores: Arq. Julio Carrillo, Ing. Pablo Orihuela, Lic. Amelia Kuroiwa, Bach. Marco Paulo Galarza Meza, Ing. Ángel San Bartolomé.

Edición, Diseño e Impresión: Nueva Vía Comunicaciones S.A.C. **Distribución Gratuita.**

Los artículos publicados no reflejan necesariamente la opinión de Corporación Aceros Arequipa. Pueden ser reproducidos citando la fuente: Boletín Construcción Integral, N° de Edición, Autor.



Entre los tipos de certificación de edificios sostenibles, destaca el sistema de calificación LEED (Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental, por sus siglas en inglés), que actualmente es el sistema más adaptado y adoptado en el mundo, desde su creación en 1998. El USGBC (United States Green Building Council), establecido en 1993, desarrolló este sistema de calificación con miras a mejorar el desempeño de los edificios en términos de consumo y de impacto

ambiental, con el objetivo final de transformar el mercado de la construcción.

Se estima que el ritmo de crecimiento de la industria de edificación sostenible o “green buildings”, no se detendrá en EE.UU. Para el 2007 esta industria representó US\$ 12 billones, y se espera que en el 2010 represente US\$ 60 billones.

LEED se establece como un sistema de calificación reconocido mundialmente, que puede ser aplicado en cualquier tipo de edificación en cualquier momento de su ciclo de vida (ya sea en diseño, construcción u operación) y en cualquier parte del mundo. Más de 91 países (sin incluir EE.UU.) lo han adoptado como métrica estándar para la certificación.

Este sistema está orientado a medir el desempeño de los edificios en función a 5 categorías básicas:



Sitios sostenibles, cuyo análisis de impacto premia aspectos como la maximización de áreas verdes, disminución del uso del automóvil, conectividad con servicios, etc.



Eficiencia en el uso de agua, cuyo análisis de impacto premia la disminución del consumo de agua potable, y el uso de tecnologías o estrategias innovadoras.



Energía y atmósfera, categoría que premia los ahorros de consumo, la optimización de los sistemas de energía, y el buen uso de refrigerantes.



Materiales y recursos, donde se evalúa y premia las estrategias relacionadas a disminuir las emisiones de desperdicios y la elección de materiales respecto a su circunstancia, fabricación, ubicación, y potencial de contaminación a los ambientes interiores.



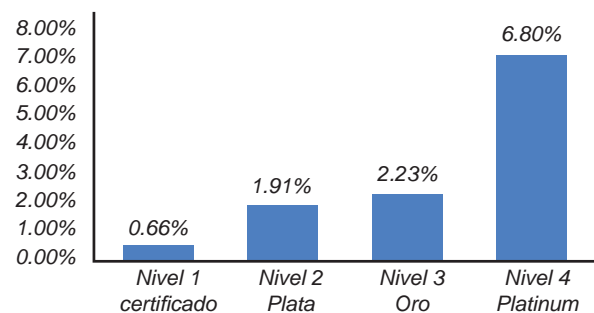
Calidad ambiental interior, cuyo análisis premia las estrategias orientadas a ofrecer ambientes saludables y de confort para el usuario final del edificio.

La finalidad de este sistema es entregar construcciones de **desempeño superior**, gracias al **cumplimiento de estándares regulatorios** que miden y evalúan el proyecto de inicio a fin.

¿CUÁNTO CUESTA UN EDIFICIO LEED EN EL PERÚ?

Los edificios con certificación y en búsqueda de una certificación en el Perú (que no son muchos), vienen dando cifras sorprendentes respecto a los costos extra de implementación relacionados a la certificación LEED.

Si bien estudios de edificios certificados en EE.UU. mostraban cifras bastante motivadoras (ver cuadro), la incredulidad en el Perú se mantenía en el mercado, llevando incluso a pensar que las cifras de inversión extra podrían llegar a representar cerca del 10% del capital de inversión. La realidad parece ser distinta e incluso distante al escenario de EE.UU., donde los costos extra de inversión LEED no llegan ni al 3% para llegar a certificar una edificación a nivel ORO.



La data de los pocos proyectos certificados y en búsqueda de una certificación en el Perú, pueden sonar extremadamente optimistas, pero vienen demostrando que incluso para proyectos a nivel PLATA, la inversión extra prácticamente no representa un incremento al presupuesto inicial (0.1 – 0.3% de inversión). Una representante de las oficinas de Roche, en San Isidro (el único proyecto certificado LEED a nivel ORO en el Perú hasta la fecha), resalta su sorpresa al enterarse que los materiales y mobiliario usados para contribuir a puntos LEED costaron, en promedio, menos de los que tradicionalmente hubieran especificado si no optaban por una certificación.

La realidad es que el capital de inversión extra para un proyecto LEED en el Perú **no debe exceder el 4%** (para nivel ORO estimado), ya que existe la capacidad instalada en el mercado que ofrece productos y sistemas compatibles a la certificación con precios competitivos comparados a los tradicionales.

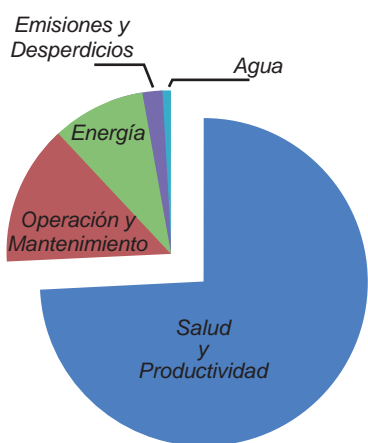
¿QUÉ BENEFICIOS OBTENGO AL CERTIFICAR UN EDIFICIO LEED?

En los medios de prensa y en ambientes profesionales, se repite constantemente que el beneficio principal de un edificio “verde” es disminuir el impacto ambiental que traen consigo las edificaciones (disminución de áreas verdes, consumos de energía y agua potable, emisiones de carbono y desperdicios). Sin embargo, los edificios certificados LEED brindan mayores beneficios, sobre todo aquellos relacionados a:

- Salud y productividad de usuarios finales.
- Disminución en costos operacionales y mantenimiento.

- Disminución en consumos energéticos.
- Disminución en emisiones y desperdicios.
- Disminución en consumos de agua potable.

Un estudio de más de 100 edificios certificados LEED, concluyó que la proporción de distribución de los beneficios se asocian principalmente a la salud y productividad de los usuarios finales (Capital – E Analysis, 2003).



Asimismo, este estudio determinó que, en promedio, una inversión extra de US\$43/m² en medidas sostenibles podría significar US\$624/m² en beneficios totales (valores de beneficios de 20 años traídos a valor presente); es decir, si esas cifras se trasladaran a un escenario peruano, la inversión extra de construir “ver-

de” llegaría a cubrir el costo total de construcción, y no sólo en un estimado de 20 años, sino en un promedio de 2 a 6 años.

El conocimiento de estos datos por parte de las corporaciones nacionales y grandes empresas multinacionales, los lleva a tomar decisiones enfocadas a la sostenibilidad para sus espacios de trabajo.

COSTO – BENEFICIO LEED EN EL PERÚ

En un cálculo para un escenario adaptado a la realidad peruana, en el que se evalúan sólo los beneficios obtenidos por el ahorro en consumos energéticos y agua potable y la disminución de costos de operación y mantenimiento (**no se incluyen beneficios asociados a la productividad de los usuarios finales**), se llega a concluir que el retorno de una inversión extra LEED se obtiene en el corto plazo.

Ejemplo: Si se quiere construir un edificio de 18,600m², a un costo tradicional total de aproximadamente US\$13 millones en Lima con las siguientes variables (pesimistas):

- Costo extra LEED nivel ORO (Consultoría LEED + Commissioning + Implementaciones) = 2.2% = \$287,000
- Ahorros anuales de energía (35%) = \$70,000
- Ahorros anuales de consumo de agua potable (30%) = \$16,000
- Ahorros en costos de operación y mantenimiento (10%) = \$32,000

Observamos lo siguiente:

El periodo de retorno de inversión se puede lograr de manera simplificada, dividiendo la inversión extra LEED (\$287,000) entre el total de ahorros anuales obtenidos (\$118,000), dándonos como resultado 2.43 años.

Sin embargo, la mejor manera de comparar el total de beneficios netos futuros con el total de inversión extra LEED, es visualizando el valor presente de estos beneficios futuros, para lo que un simple cálculo de VAN (Valor Actual Neto) nos puede acercar a una mejor realidad.

Si se asume que el costo extra LEED (\$287,000) se financia al 100% a un periodo de 10 años con una tasa de 8%, los beneficios netos anuales no serían \$118,000 sino sólo \$84,400 (debido a los pagos anuales por el financiamiento).

Entonces, al evaluar el valor presente de estos beneficios anuales para un escenario de 6 años a una tasa de 15% (ratio mínimo esperado de retorno de la inversión inicial), se puede concluir que el valor neto de la inversión inicial sería sólo de \$33,000. Es decir, este valor positivo significaría, que **la inversión inicial generaría más del ratio mínimo esperado de retorno (15%) en un periodo de 6 años.**

Si en este escenario pesimista, donde ni siquiera se tiene en cuenta el incremento anual de los precios de los servicios (aproximadamente 4% anual), la inversión LEED es notablemente rentable al corto plazo (6 años a comparación del estimado de vida de un edificio en Lima 50-80 años). Sólo el tiempo se encargará de demostrar que los índices exactos de rentabilidad en nuestro país son más sorprendentes que los simulados para este tipo de edificios.

BIBLIOGRAFÍA

- www.usgbc.org
- www.cap-e.com
- www.perugbc.org.pe

> SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

EVALUACIONES ERGONÓMICAS DEL ATORTOLADO DEL ACERO DE REFUERZO

Ing. Pablo Orihuela.Motiva S.A., Prof. Asociado PUCP, CENTRUM. p Orihuela@motiva.com.pe
Lic. Amelia Kuroiwa.Egresada Maestría en Salud Ocupacional. ameliakuroiwa@gmail.com

En el boletín N°7, se trató el tema de las formas de amarre del acero de refuerzo en diversos países, y en la edición N°8: La Nueva Norma Ergonómica y su aplicación en las operaciones de levantamiento de cargas en la construcción

mediante el método NIOSH. En el presente artículo, trataremos sobre la aplicación de esta norma en la evaluación de la postura para la tarea del atortolado del acero de refuerzo, mediante el método RULA.

La Norma Ergonómica (RM 375-2008-TR) recomienda 14 métodos para evaluar los riesgos que una determinada tarea puede generar en la salud ocupacional de los trabajadores:

Métodos recomendados por la norma

MÉTODO	INSTITUCIÓN	CONSIDERACIONES
RULA	Rapid Upper Limb Assessment RULA - Instituto para la Ergonomía Ocupacional de la Universidad de Nottingham.	Para evaluar el Riesgo Postural y repetitividad de movimiento a predominio de miembros superiores.
REBA	Rapid Entire Body Assessment - Hignett y McAtamney (Nottingham, 2000).	Para evaluar el Riesgo Postural general del cuerpo entero.
OWAS	Ovako Working Analysis System - Grupo Internacional en Finlandia - 70's.	Para tamizar los casos más críticos del Factor de Riesgo Postural.
JSI	Job Strain Index - Moore y Garg del Departamento de Medicina Preventiva del Medical College de Wisconsin, USA.	Permite valorar el riesgo a lesiones por trauma acumulativo, principalmente en los segmentos distales.
OCRA	Occupational Repetitive Actions propuesto por los autores Colombini D., Occhipinti E., Grieco A., 1998.	Para evaluación del Riesgo por Movimientos Repetitivos.
ERGO IBV	Instituto de Biomecánica de Valencia IBV - España.	Herramienta informática que permite identificar, evaluar y prevenir los riesgos ergonómicos y psicosociales asociados al entorno laboral.
CARGA LÍMITE NIOSH	Carga Límite National Institute of Occupational Safety and Health.	Para calcular los límites permisibles de carga de peso.
ERGO CARGAS	ACHS Asociación Chilena de Seguridad.	Software que evalúa los Factores de Riesgo Musculo-esqueléticos en el levantamiento de Cargas.
FRECUENCIA CARDIACA		Para evaluar la demanda cardíaca que implica la carga de trabajo.
LEST	Laboratoire de Economie et Sociologie du Travail - Francia.	Método general de evaluación de riesgos, que evalúa el Entorno Físico, La Carga Física y la Carga Mental.
RENAULT	Renault - Francia.	Método de Evaluación Ergonómica General, incluidos los riesgos del ambiente, posturales, psicosociales y de organización.
UTAH ERGOWEB	Universidad de UTAH - Facultad de Ingeniería Mecánica.	Se utiliza para cuantificar fuerzas a nivel del disco.
SUE RODGERS		Ayuda a la identificación de labores que presentan riesgo disergonómico.
VIRA	National Board of Occupational Safety and Health. Sweden.	Método simple para analizar trabajos repetitivos, de ciclo corto o de control visual, cuando no se transportan pesos.

Para analizar la tarea del atortolado es necesario evaluar los movimientos y posiciones de la muñeca, el antebrazo, el tronco, y las piernas que implican posturas forzadas y repetitivas. Para hacer esta evaluación usaremos el método RULA.

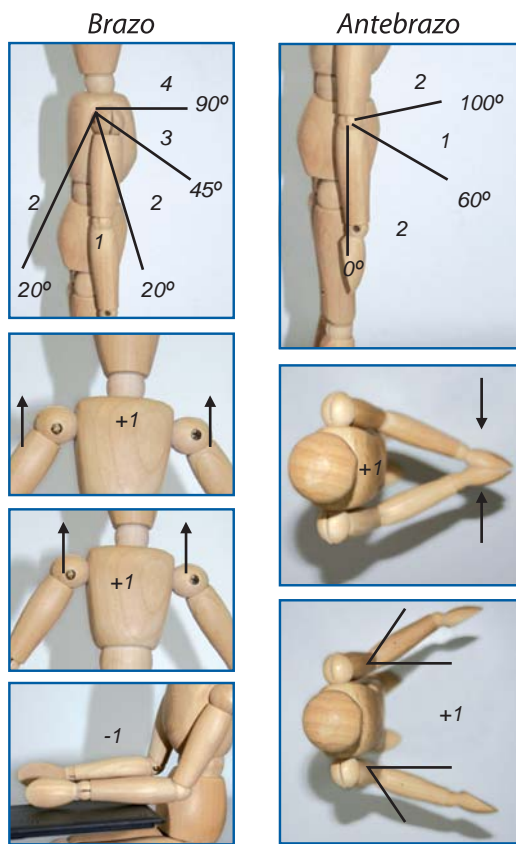
EL MÉTODO RULA

El método de Evaluación Rápida de los Miembros Superiores - RULA (Rapid Upper Limb Assessment), fue propuesto por el Dr. Lynn McAtamney y el Profesor E. Nigel Corlett, del Instituto de Ergonomía Ocupacional de la Universidad de Nottingham, Inglaterra. Este método propone una evaluación de posturas sensibles a riesgos musculo-esqueléticos, mediante una asignación de puntajes a las posiciones típicas o más frecuentes durante la elaboración de una tarea, entendiéndose que una mayor puntuación indica un mayor riesgo de que el trabajador pueda sufrir estas lesiones.

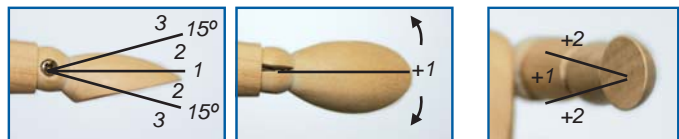
La Tabla 1 otorga puntos a las posiciones angulares del brazo, antebrazo y muñeca: el brazo puede tener un puntaje de 1 a 4, pero si además estos se elevan o levantan una herramienta por más de 10 minutos tendrán un punto adicional y si los hombros están abducidos se considerará otro punto adicional, pero si el brazo tiene un lugar de apoyo se descontará un punto.

El antebrazo puede tener un puntaje de 1 a 2, pero si el hombro rota al llevar las manos hacia adentro o afuera se agrega un punto.

TABLA 1



BRAZO	ANTEBRAZO	POSICIÓN DE LA MUÑECA							
		1		2		3		4	
		Giro Muñeca	Giro Muñeca	Giro Muñeca	Giro Muñeca	Giro Muñeca	Giro Muñeca	Giro Muñeca	Giro Muñeca
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9



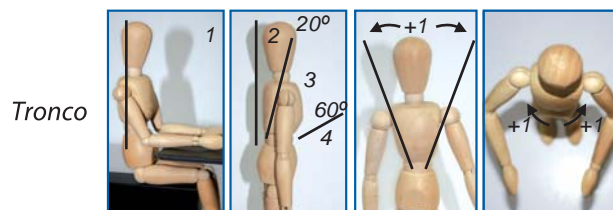
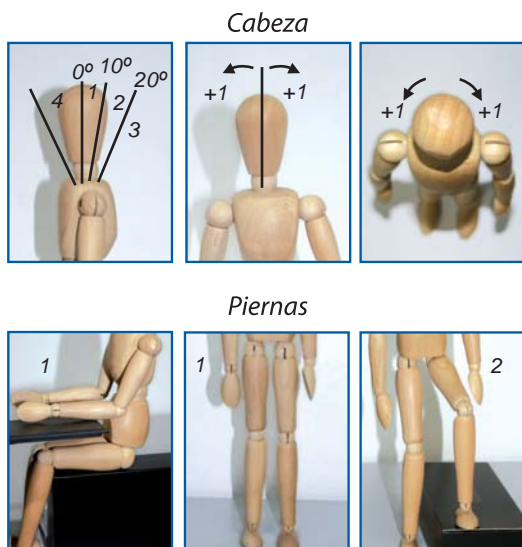
Posición de la Muñeca

Giro de la Muñeca

La muñeca tendrá una calificación de 1 a 3 dependiendo de su alineamiento con el antebrazo, si se tuerce hacia los costados se agrega un punto y si gira se agregará de 1 a 2 puntos.

La Tabla 2 considera el cuello, tronco y piernas: el cuello, de acuerdo a su inclinación, puede tener una puntuación de 1 a 3; si está extendido hacia atrás, tendrá 4 puntos; se le sumará 1 punto si tiene inclinación lateral y otro más si realiza giros.

TABLA 2



CUELLO	TRONCO											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

El Tronco tendrá una puntuación de 1, si el trabajador está cómodamente sentado. Se le asignará de 2 a 4 puntos, de acuerdo a la inclinación del tronco; se le sumará 1 punto si tiene inclinación lateral y 1 punto adicional si tiene giro.

En el caso de las piernas, se otorgará 1 punto si el trabajador está sentado con los pies y piernas bien apoyadas; igualmente, si está parado sobre sus dos piernas distribuyendo simétricamente su peso y con comodidad para cambiar de posición, se le dará otro punto; pero, si los dos pies no están apoyados sobre el terreno o si su peso no está simétricamente distribuido, obtendrá 2 puntos.

TABLA 3. PUNTAJE ADICIONAL		
CARGA O FUERZA	ACTIVIDAD MUSCULAR	PUNTOS ADICIONALES
< 2 kg	Intermitentemente	0
2 a 10 kg	Intermitentemente	1
2 a 10 kg	Estática o repetitiva	2
>10 kg	Intermitentemente	2
>10 kg	Estática o repetitiva	3
>10 kg	Brusca o repentina	3

A los puntajes obtenidos en las Tablas 1 y 2, se les debe considerar un puntaje adicional por la magnitud de la carga o fuerza (límites de 2 y 10 kg) y por el tipo de actividad muscular (Tabla 3).

La actividad muscular puede ser intermitente (es decir, ocasional y de corta duración), estática (se mantiene por más de 1 minuto), repetitiva (se realiza más de 4 veces/minuto), dinámica, brusca o repentina.

Con estos puntajes corregidos, entramos a la Tabla 4 y obtenemos el puntaje final, que va del 1 al 7. Luego pasamos a la Tabla 5, que nos indica los niveles de riesgo, recomendaciones sobre las acciones a tomar para mejorar el desarrollo de la actividad.

Estos niveles de riesgo van desde el Nivel 1, en la que se acepta que la postura es la adecuada, hasta el Nivel 4, donde se recomienda efectuar cambios urgentes en el puesto de trabajo o modificar la forma de hacer la tarea.

Luego de realizar estos cambios, es necesario volver a hacer la evaluación para verificar que esta exposición haya descendido hasta niveles aceptables.

TABLA 4	PUNTAJE CORREGIDA TABLA 1							
	1	2	3	4	5	6	> =7	
Puntuación Corregida Tabla 2	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8	5	5	6	7	7	7	7

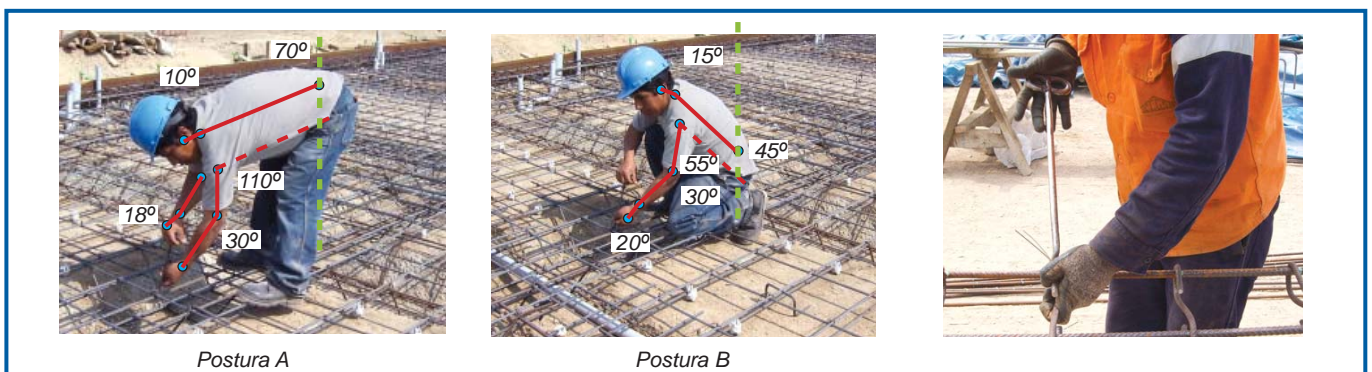
TABLA 5. NIVEL DE ACTUACIÓN		
Puntaje	Nivel	Actuación
De 1 a 2	1	Postura aceptable
De 3 a 4	2	Es conveniente profundizar en el estudio
De 5 a 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
7	4	Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

EVALUACIÓN DEL ATORTOLADO DEL ACERO DE REFUERZO

A continuación, se presenta una evaluación, mediante el método expuesto para atortolar las barras de acero en una losa de techo.

Los trabajadores de construcción civil generalmente adoptan dos posturas para realizar la tarea de atortolado: con las piernas dobladas o de pie, con las piernas extendidas y con el tronco flexionado.

El atortolado, propiamente dicho, requiere del giro brusco y repetitivo de la muñeca y el antebrazo porque es una tarea constante.



EVALUACIÓN DE LA POSTURA "A"

Analicemos las posturas para obtener el puntaje de la Tabla 1:

El BRAZO se encuentra flexionado en 110° con respecto a la columna, por lo que se consideran 4 puntos y se agrega un punto por estar cargando una herramienta más de 10 minutos. El ANTEBRAZO se ubica en 30° , entre 0° y 60° (2 puntos) y no tiene giro hacia los costados, por lo que su puntaje se mantiene en 2. La MUÑECA se encuentra en ángulo mayor de 15° por lo que el puntaje es de 3. hace movimientos en espiral por lo que la posición extrema el antebrazo nos daría una puntuación de 2 en prono-supinación. Combinando los puntajes en la Tabla 1 obtenemos un puntaje de 6.

Ahora analicemos las posturas para obtener el puntaje de la Tabla 2:

Como el tronco se encuentra tan flexionado, el CUELLO termina en extensión de 10° por lo que recibe un puntaje de 4, pero no tiene inclinación lateral ni giro, por lo que su puntaje se mantiene. El TRONCO tiene una inclinación de 70° por lo que también recibe una puntuación de 4, tampoco tiene inclinación lateral ni giro, por lo que su puntaje seguirá en 4. Las piernas están extendidas pero apoyadas simétricamente, por lo que tienen solo un puntaje de 1. Entrando a la Tabla 2 obtenemos un puntaje de 7.

Adicionalmente estimamos que el esfuerzo necesario para torsionar el alambre N°16 y dejarlo fuertemente amarrado supera los 2 Kg pero sin llegar a los 10 kg., y además el esfuerzo es repetitivo, entonces los puntaje obtenidos en las dos tablas anteriores tendrán que ser aumentados en 2.

Entramos entonces a la Tabla 3 con 6+2 (del grupo de los brazos) por la izquierda y 7+2 (del grupo del tronco) por arriba, con lo que obtenemos un Nivel de Exposición muy alto (7), lo cual implicaría un cambio urgente del modo de hacer la tarea.

Si evaluamos la POSTURA B, lo que cambia es la posición del TRONCO, esta disminuye su puntaje de 4 a 3, pero la postura de las PIERNAS sube de 1 a 2 pues con las piernas dobladas y el peso del cuerpo descansando sobre la punta de los pies el equilibrio no es estable y las piernas se fuerzan. El puntaje de los hombros también disminuye de 4 a 3, mientras que los otros puntajes se mantienen, sin embargo, como ambas situaciones son dañinas a alguna parte del cuerpo, los puntajes altos siguen dando un resultado final de 7.

De estas evaluaciones se concluye que las posturas asumidas para el atortolado de las barras de acero en las losas de techo requieren una intervención ergonómica. Esta situación además de generar perjuicio para la salud ocupacional de los trabajadores, también disminuye la productividad de esta tarea.

ACCIONES A TOMAR

Se puede corregir la postura del tronco usando un amarrador de barras de construcción, con una extensión que evite agacharse. Otra solución, es proveer al trabajador de un implemento que mejore la posición de la pierna flexionada.

Se presentan dos de las soluciones que existen en otros países para contrarrestar estas posturas inadecuadas, tan frecuentes en la construcción: una herramienta de mango largo para atortolar y una rodillera – asiento, que descarga el peso del cuerpo sobre la pierna flexionada, permitiendo la libre circulación sanguínea en este miembro, dando una mayor comodidad al trabajador.



Amarrando de pie



Rodillera - Asiento de Aluminio



BIBLIOGRAFÍA

- www.ergonautas.upv.es
- <http://www.rula.co.uk>
- Visita a la feria de construcción Bauma, Munich - Alemania.

> PRODUCTIVIDAD

REDUCCIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

Marco Paulo Galarza Meza, Bachiller PUCP. marcogalarza@hotmail.com

Al igual que en la mayoría de los países desarrollados, la creciente generación de residuos sólidos se está convirtiendo en nuestro país en uno de los principales problemas ambientales, debido a que en su gran mayoría estos residuos no cuentan con un destino final adecuado y/o certificado.

De acuerdo al “Informe de la situación actual de la gestión de residuos sólidos Municipales”, publicado en el 2008 por el Ministerio del Ambiente (MINAM), el índice de residuos sólidos producidos en el país se incrementó de 0.711Kg/hab./día en el 2001 a 1.08Kg/hab./día en el 2007, aumentando en 52 por ciento.

Este trabajo pretende mostrar que existen alternativas válidas para la reducción de los residuos sólidos de construcción, que benefician tanto al medio ambiente como a la economía del proyecto, ya que al reducir los desperdicios las empresas se vuelven más productivas y mejoran su imagen frente a la comunidad.

LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN (RSC)

Los residuos sólidos, en general, son los restos de materiales que utilizamos tanto para nuestro consumo doméstico como el industrial. Dentro de los residuos industriales podemos encontrar a los residuos sólidos de construcción (RSC), que de acuerdo al informe del MINAM, significan alrededor del 5% del total en el Perú.

La composición de los RSC varía según los materiales típicos de la zona donde se generen. En Lima se elimina restos de: mortero, ladrillo, cerámicos, drywall, PVC, acero, alambre, madera, plásticos, etc.

Tabla 1. Índice RSC para distintos tipos de edificación

Tipo de Edificación	Área Construida (m ²)	Total Desmorte (m ³)	Índice Rsc m ³ /m ²
Vivienda	55,817	5,267	0.09
Vivienda	4,300	297	0.07
Vivienda	3,162	346	0.11
Vivienda	12,574	1,867	0.15
Oficina	3,302	279	0.08
Oficina	2,814	232	0.08
Oficina	109,415	7,554	0.07
Edificio	87,360	6,861	0.08
Edificio	86,497	7,244	0.08
Edificio	5,250	583	0.11
Edificio	102,780	15,302	0.15
Colegio	8,390	712	0.08
Otros	2,870	365	0.13
TOTAL	484,531	46,909	0.1

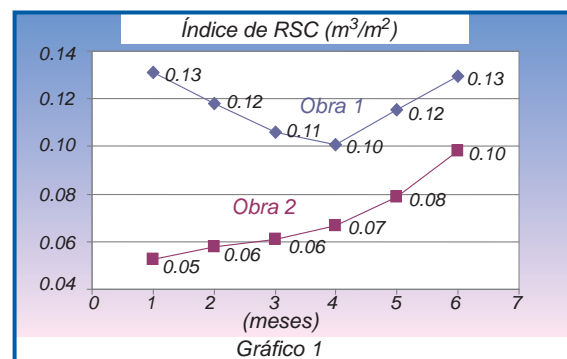
En un estudio realizado en Brasil, el profesor Picchi determinó que para 3 edificios la cantidad promedio de desmorte producido equivalía a 0.10 m³/m² del techado. Este índice fue confirmado por la Universidad Politécnica de Hong Kong, donde se realizó un estudio similar para un mayor número de edificaciones de distinto tipo, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 1.

Estos valores pueden utilizarse como “benchmark” para evaluar la situación de las obras de edificaciones en Lima, con respecto a la cantidad de residuos que generan y plantear estrategias para su reducción.

Durante la construcción de una obra en la capital (Obra 1), se construyó el gráfico 1, que muestra el desarrollo de la curva del índice de RSC durante 6 meses, donde podemos apreciar que en el mes 1 el indicador de residuos de construcción era de 0.13 m³/m² techado, índice resultante de dividir la cantidad de m³v (número de volquetes) entre la cantidad de m² techados al cierre del mes.

En los meses siguientes, luego de tomar medidas para disminuir el material eliminado, el indicador acumulado se redujo a 0.10 m³/m². Sin embargo, luego de finalizar la estructura en el mes 4, los desperdicios se volvieron a elevar.

Se pudo comprobar que el índice de RSC, expresado en m³/m², es un buen indicador para medir la eficiencia de la gestión de desperdicios al final de la obra, pero puede resultar impreciso al utilizarlo durante el proyecto, ya que siempre se presentará un punto de quiebre en el momento en que termine la etapa de estructuras. Es por esto que otra alternativa para medir el índice de RSC es expresarlo en función a las Horas Hombre trabajadas.



Posteriormente, en otra obra (Obra 2) se realizaron mediciones similares, con la finalidad de mantener el control de los desperdicios producidos obteniendo mejores resultados,

debido a que las medidas utilizadas para disminuir los desperdicios se implementaron desde el inicio del proyecto.

Como muestra el gráfico 1, la obra concluyó produciendo 0.10 m³ de desmonte por m² techado.

Este tipo de mediciones constituyen el primer paso en el proceso de reducción de los RSC, como lo indica Virgilio Ghio en su libro Productividad en Obras de Construcción Civil: “En principio, debemos tener claro que todo lo que se puede medir, se puede mejorar. Mientras que no podamos medir nuestras ineficiencias, mal vamos a poder eliminarlas”

LA DISMINUCIÓN DE LOS RSC

Se mencionó anteriormente que existen formas de disminuir los residuos generados por las actividades de construcción; estos métodos podrían clasificarse aplicando los principios básicos del cuidado del medio ambiente, también conocidos como las 3 R:

- Reducir la cantidad de material que se utiliza en los proyectos.
- Reusar materiales que puedan tener valor y que normalmente son eliminados de las obras.
- Reciclar restos de materiales para crear nuevos, que sean útiles para la construcción u otras industrias.



Fig. 1.

podría ser eliminado por un mal uso, dañado por exceso de manipulación, perdido, etc.

Existe también la posibilidad de mejorar procesos improductivos que consumen más material del necesario y, como consecuencia, generan gran cantidad de residuos que luego son eliminados de la obra como basura (Fig 1). Para reducir estas pérdidas, en ambas obras, se tomaron las siguientes medidas:



Fig. 2.

- Indicación a los ayudantes y encargados de limpieza de tomar acciones.
- Mejora en el almacenamiento del ladrillo en cada piso.
- Mejor control de la cantidad de material despachado en cada nivel.

En la Fig. 2 se puede apreciar la cantidad de residuos generados en la construcción de un muro

de albañilería típico. Luego de notar esta situación y hacer las mediciones respectivas, se determinó que este desperdicio era alrededor del 6%.

Frente a este hecho, se tomó la decisión de mejorar el proceso, implementando una máquina que permitió cortar el ladrillo sin destruirlo, lo que redujo el desperdicio a 0.5% (ya que el picado era necesario para el pase de tuberías). Además, esta medida permitió que las zonas de trabajo lucieran más limpias y sean más seguras.

Este tipo de ejemplos pueden aplicarse a muchas otras partidas de las obras, generando no sólo una disminución de los RSC, sino una mejora en el resultado económico.

Se han realizado alrededor del mundo distintos estudios con la finalidad de medir la cantidad de desperdicio de materiales generado por las obras (Picchi 1993, Soibelman 1993, Skoyles 1987, etc.). La mayor parte de estas investigaciones coinciden en lo siguiente:

- 1.No existe un porcentaje único de desperdicio para una partida determinada, pues depende de las condiciones de trabajo y del procedimiento constructivo adoptado.
- 2.Por lo general, la cantidad de material que se utiliza para las actividades de construcción está muy por encima de las estimadas en los presupuestos, debido a procesos ineficientes y a malas prácticas operativas.
- 3.El material desperdiciado puede llegar a tener un impacto económico del 5% al 11% del costo del proyecto.

Esto quiere decir, que es muy probable que exista una gran cantidad de material que se compra, almacena, transporta, prepara, desperdicia, limpia y finalmente se elimina inútilmente.

REUSAR - Implica volver a utilizar material que ya fue empleado de alguna manera en la obra, aprovechando su potencial con un mínimo proceso de recuperación de por medio.

Uno de los materiales que generan mayor volumen de residuos en los sitios de construcción es el mortero. Según mediciones realizadas en la Obra 2, el volumen de mortero sobrante al final del día, en la actividad de tarrajeo de muros, fue de 0.003m³/m² de muro tarrajado. Si consideramos que semanalmente el metrado de tarrajeo era 400 m², obtenemos el equivalente a 1.2 m³ de desmonte semanal de mortero para esta actividad.

De acuerdo a los datos de la misma obra, se sabe que a lo largo de 29 semanas, el volumen eliminado promedio semanal fue de 27 m³. Es decir, el mortero proveniente de la actividad de tarrajeo de muros significa el 4.4% del volumen de desmonte. Si a esto agregamos el material proveniente del asentado de ladrillo, tarrajeo de cielorraso, tarrajeo de fachada, derrames y contrapiso, este porcentaje podría incrementarse significativamente.

Una alternativa que ha mostrado buenos resultados y que podría ser mucho más explotada es la reutilización del mortero eliminado por todas estas partidas de albañilería.

Ese proceso consiste en separar este material sobrante y cernirlo por una malla para eliminar las partículas demasiado gruesas. El material que se obtiene puede ser utilizado para la fabricación de elementos como poyos, sardineles de ducha, cajas de válvulas, etc.

Esta idea puede llevarse más allá haciendo las pruebas necesarias para que estos residuos puedan ser mezclados con agregado nuevo y ser usados en los vaciados de contrapiso o inclusive el asentado de ladrillo.

El reutilizar material de esta forma genera ventajas adicionales como disminuir los tiempos de acarreo y optimizar el uso de recursos como la grúa, el elevador o el winche para transporte de materiales.

RECICLAR - Considerado comúnmente como la manera más costosa y complicada de reducir los desperdicios sólidos, debido a que se necesita un proceso industrializado para poder convertir los desperdicios en productos útiles. Sin embargo, existen ejemplos de compañías que han logrado producir, en base al reciclaje, materiales que luego comercializan, obteniendo ganancias a partir de ellos.

En nuestro medio las empresas productoras reciclan materiales como el acero o el PVC, pero existen otros que pueden ser aprovechados en lugar de eliminarlos de la obra, como desmonte.

Un excelente ejemplo del potencial de algunos materiales lo plantea la organización de reciclaje de drywall en su página web: www.drywallrecycling.org. Aquí explican como el yeso contenido en los paneles de drywall (aproximadamente 90% del panel está compuesto por yeso), puede ser fácilmente recuperado y utilizado entre otras cosas para la fabricación de nuevos paneles o para la elaboración de cemento.

El hecho de recuperar el yeso de estos paneles tiene un valor agregado, si consideramos el peligro que este material representa para el medio ambiente. De acuerdo a esta misma organización, cuando el yeso de estas planchas se humedece algunos de los sulfatos presentes se mezclan con el agua formando una “lechada”, que puede causar serios problemas de contaminación en corrientes subterráneas de agua.

Un ejemplo de como los materiales reciclados pueden ser comercializados, explotando así el potencial de los residuos de las construcciones, se da en Australia, donde se fabrican y venden ladrillos elaborados a base de arcilla reciclada, proveniente de restos de ladrillos. Los denominados “ecobricks” (www.ecobricks.com.au), pueden ser utilizados como ladrillos de fachada, para tabiquería o también para pisos decorativos. Además, de acuerdo a la empresa que

los comercializa, son 20% más baratos que los ladrillos regulares y su fabricación mediante el proceso de reciclaje tiene 86% menos emisiones de gases de invernadero, comparado con una unidad de ladrillo tradicional.

Otro ejemplo, más cercano a nuestra realidad, ocurre en Córdoba, Argentina, donde el Centro Experimental de la Vivienda Económica ha desarrollado la tecnología para fabricar ladrillos a base de plástico reciclado.

Este material se consigue mediante la mezcla de plástico triturado (funciona como agregado grueso), cemento portland, agua y aditivos químicos, obteniendo un ladrillo con propiedades muy interesantes. Este es un ladrillo ligero, cada unidad pesa alrededor de 1.4 kg., su resistencia es baja (2.00 Mpa.) (sin embargo podría utilizarse para la construcción de muros no portantes), poseen una excelente adherencia para tarrajeo y su resistencia acústica es similar a la de los ladrillos tradicionales.

Estos son sólo algunos ejemplos que muestran como el reciclaje de los residuos de construcción puede convertirse en una industria importante, generando productos a menores costos, debido al ahorro en la materia prima y reduciendo la cantidad de residuos sólidos que terminan en los botaderos municipales.

CONCLUSIONES

- Los residuos sólidos de construcción generan un serio problema para el medio ambiente, el cual seguirá creciendo si no se toman medidas para reducir el impacto de la industria.
- Existen muchas alternativas para disminuir los RSC: reducir la cantidad de material que consumimos (no utilizar más de lo necesario); reusar materiales que aun puedan tener valor y reciclar todos los residuos que tengan potencial para ser usados como materia prima.
- La reducción de RSC, no necesariamente tendría que representar un costo adicional para los proyectos. Eliminar menos material implica un ahorro en los costos de limpieza y eliminación de residuos; además del ahorro que se produce al reducir las compras de materiales y al disminuir horas hombre consumidas en material inútilmente manipulado.

BIBLIOGRAFÍA

- PICCHI, F.A, “Gestión de la calidad: Impacto en la reducción de desperdicios”. En: Seminario Gerencia Versus desperdicio. (1995), Brasil.
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE HONG KONG, “Reducción de los residuos de construcción, informe final” (1993). Asociación de Construcción de Hong Kong, Hong Kong.
- SOIBELMAN, L, “Desperdicio de materiales de construcción de edificaciones: incidencia y control” (1993). Universidad de Río Grande Del Sur, Brasil.
- SKOYLES E.R, SKOYLES J, “Prevención de los desperdicios en obras” (1987). Mitchell, Inglaterra.

> CALIDAD

EL PROBLEMA DEL "PISO BLANDO"

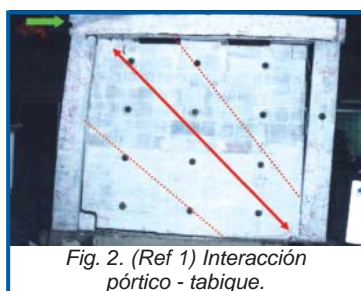
Ing. Ángel San Bartolomé
 Profesor Pontificia Universidad Católica del Perú

El problema del "Piso Blando" (no confundir con suelo blando), se registra principalmente en aquellos edificios aporticados (compuestos en su estructura predominantemente por vigas y columnas), donde el piso, presenta alta flexibilidad por la escasa densidad de muros. Esto impide controlar los desplazamientos laterales generados por los terremotos, mientras que los pisos superiores son relativamente más rígidos por contener una mayor cantidad de muros.

Este es el caso, por ejemplo, de aquellos edificios que en el primer piso tienen cocheras, tiendas o restaurantes (Fig.1),

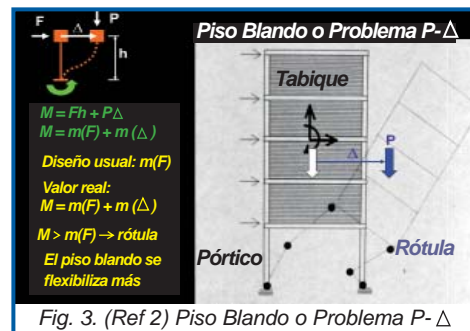


donde por el uso que se le da, tiene pocos muros, mientras que los pisos superiores, generalmente destinados a viviendas contienen muchos tabiques de albañilería que los rigidizan lateralmente (Fig.2). Durante un sismo, el tabique actúa como una especie de puntal diagonal sobre el pórtico que lo enmarca (Ref.1).



COMPORTAMIENTO DE "PISO BLANDO" DURANTE UN SISMO

Durante un sismo severo o incluso a veces en uno moderado, se produce un gran desplazamiento lateral (Δ en la Fig.3) en el "Piso Blando", que se traduce en una excentricidad de la carga vertical "P" proveniente de los pisos superiores rigidizados por los tabiques. Esto da lugar a un momento ($P \times \Delta$), que debe ser equilibrado por los momentos flectores generados en los extremos de las columnas del "Piso Blando" ($m(\Delta)$).



Muchas veces los ingenieros estructurales diseñan las columnas del "Piso Blando" para soportar los momentos flectores generados por la fuerza sísmica ($m(F)$ en la Fig.3, o "análisis de primer orden"), obviando al producido por el desplazamiento lateral $m(\Delta)$. Por ello, durante un sismo el momento flector actuante ($M = m(F) + m(\Delta)$) supera a la capacidad resistente ($m(F)$), lo que origina la formación de rótulas en los extremos de las columnas del "Piso Blando" (Fig.4). Esto a su vez lleva a una mayor flexibilización del primer piso (incremento de Δ), dando como resultado el colapso de la edificación.



CONCEPTOS ESTRUCTURALES ERRÓNEOS

Muchas veces se cree que los muros longitudinales, como el que aparece a la derecha de la Fig.4, proporcionan rigidez al "Piso Blando", lo cual no es cierto, porque estos muros largos -sean de albañilería o de concreto armado- se comportan como láminas que dan rigidez y resistencia sólo para cargas contenidas en su plano.

Otras veces, se utilizan programas de cómputo que contemplan como opción la solución del problema P- Δ ; sin embargo, estos programas resuelven el problema sólo a nivel elástico, mientras que a nivel elasto-plástico, ante los sismos severos, los desplazamientos laterales del "Piso Blando" son mucho mayores.



Fig. 5. Piso blando causado por la falla de Tabiques.

Algunos suponen que la existencia de tabiques en el “Piso Blando”, podría solucionar el problema, lo cual es cierto, siempre y cuando el tabique se comporte en el rango elástico y esté lo suficientemente arriostrado para evitar su colapso ante cargas sísmicas perpendiculares a su plano. Pero si el tabique llegase a fallar (Fig.5), se pierde su acción de puntal y el problema P- Δ continuará subsistiendo.

Antiguamente se suponía, que el “Piso Blando” podía trabajar como una especie de fusible sísmico (como los aisladores de hoy en día, Fig.6), que permita la transmisión de fuerzas hacia los niveles superiores no más allá de la capacidad resistente del “Piso Blando”; sin embargo, una cosa es una columna de gran altura, y otra, un aislador de poca altura, diseñado para absorber la carga vertical excéntrica.

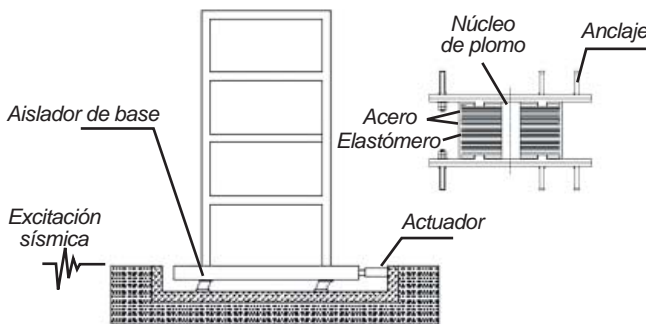


Fig. 6. (Ref.3) Estructura con aislador en la base.

¿CÓMO SOLUCIONAR EL PROBLEMA?

El problema del “Piso Blando” se presenta en todos los países sísmicos del mundo (Fig.7) y la mejor solución es evitarlo desde la concepción arquitectónica del edificio. Lo correcto es que los muros presenten continuidad a lo largo de su altura (Fig.8); por ejemplo, tratar de que las cocheras estén en la parte externa del edificio.

Una solución ideal para este problema, sería crear edificios destinados a cocheras (“cocheras comunitarias”) cada tres



Fig. 7. Piso blando en países sísmicos.



Fig. 8. Solución correcta.

cuadras, de modo que sean ocupados por los vehículos de los habitantes de la zona circundante. De esta manera, los edificios restantes no tendrían la necesidad de reservar espacios para estos vehículos y los muros serían continuos.

Para el caso de edificios existentes con “Piso Blando”, habría que resolver el problema mediante la rigidización de este piso con la adición de muros de concreto armado, sin importar que se pierdan algunos espacios, ya que lo peor sería perder el edificio completo, incluyendo los vehículos, e incluso hasta vidas humanas.

REFERENCIAS

1. Comentarios al capítulo 10 de la Norma E.070 “Interacción Tabique-Estructura Aporticada”. Blog de Investigaciones en Albañilería <http://blog.pucp.edu.pe/albanileria>.
2. Edición digitalizada del libro “Análisis de Edificios”. Por: Ángel San Bartolomé. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Blog de Investigaciones en Concreto Armado <http://blog.pucp.edu.pe/concretoarmado>.
3. Edificaciones con disipadores de energía. Por: Genner Villarreal Castro y Ricardo Oviedo Sarmiento. Artículo 20 del capítulo “Espacio Libre” del Blog de Investigaciones en Concreto Armado <http://blog.pucp.edu.pe/concretoarmado>.



**CORPORACION
ACEROS AREQUIPA S.A.**

LIMA: Av. Enrique Meiggs 297, Pque. Internacional de la Industria y Comercio Lima y Callao-Callao 3-Perú.

Tlf. (51)(1) 517-1800 / Fax Central (51)(1) 452-0059

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibáñez 111, Pque. Industrial. Arequipa-Perú

Tlf. (51)(54) 23-2430 / Fax. (51)(54) 21-9796

PISCO: Panamericana Sur Km.240. Ica-Perú

Tlf. (51)(56) 53-2967, (51)(56) 53-2969 / Fax. (51)(56) 53-2971

LA PAZ: Calle 21 N° 8350, Edificio Monroy Vélez Piso 9 Of. 1 y 2, Calacoto, La Paz-Bolivia.

Telefax: (591)(2) 277-4989, (591)(2) 211-2668, (591)(2) 214-5132. e-mail: rep_areq@acelerate.com

www.acerosarequipa.com

e-mail: mktng@acerosarequipa.com