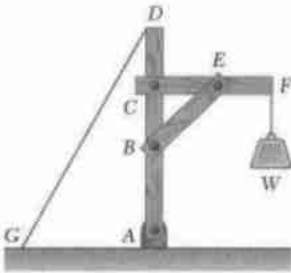


Análisis de estructuras.

Las estructuras en equilibrio están formadas por varias partes conectadas entre ellas. El análisis de estas estructuras se basa en analizar las fuerzas externas aplicadas a la estructura y las internas que mantienen unidas sus diversas partes.

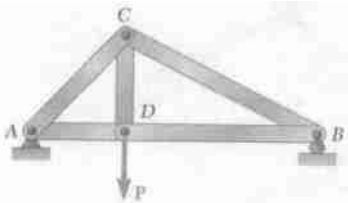


Armaduras

Son diseñadas para soportar cargas y están formadas por barras unidas por articulaciones en sus extremos (nudos).

Las barras en esta estructura quedan sometidas a tracción o a compresión, según como se estén ejerciendo las fuerzas.

Una armadura simple se genera a partir de un triángulo de barras (ADC) y luego se pueden ir agregando dos barras hasta lograr la armadura conveniente.



Para armaduras simples

El número de barras (m) es igual a dos veces el número de nudos (n) menos 3.

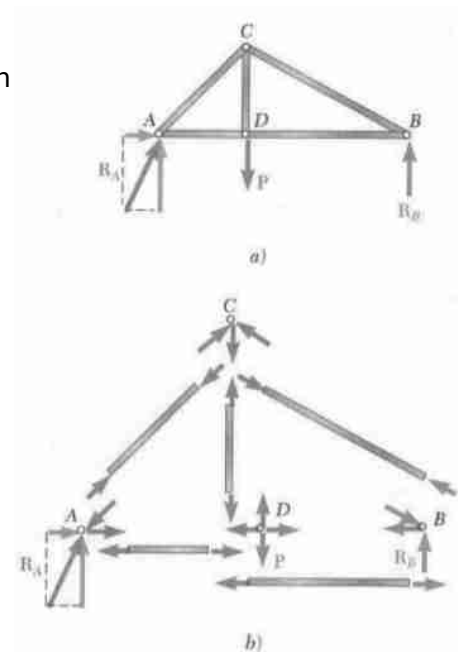
$$m = 2 \cdot n - 3$$

Método de los Nudos

En el estudio independiente de cada barra, cada una de ellas tiene dos fuerzas en sus extremos de igual módulo y dirección pero de sentido opuesto.

Analizar una estructura es averiguar cuáles son estas fuerzas para cada barra y si se encuentran en compresión o tracción.

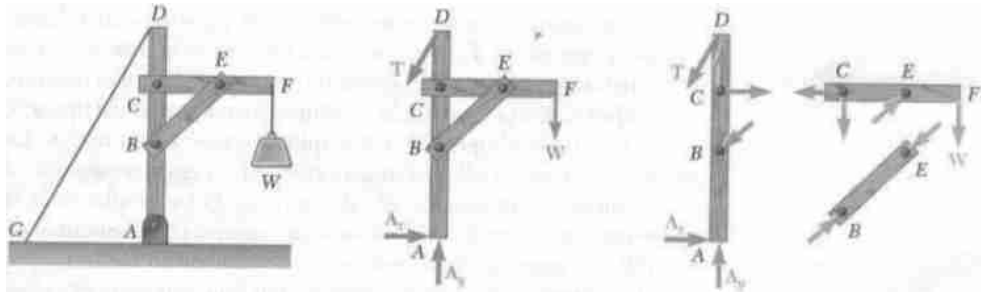
Si la barra está en equilibrio cada nudo también lo está y si hacemos el diagrama de cuerpo libre a cada nudo podemos obtener dos funciones (fuerzas horizontales y verticales) que permiten obtener las fuerzas de cada barra.



Análisis de estructuras.

Entramados

También son diseñados para soportar cargas y están formados por barras, pero tienen al menos una de ellas sometida a fuerzas que no siguen la dirección de la barra.



Cuando se separan las barras y se estudia el equilibrio de cada una de ellas podemos concluir que si tenemos;

- La misma cantidad de ecuaciones que de incógnitas entonces la estructura es estáticamente determinada, rígida.
- Menos ecuaciones que cantidad de incógnitas entonces la estructura es estáticamente indeterminada, deformable
- Mas ecuaciones que incógnitas entonces la estructura no es rígida.

Maquinas

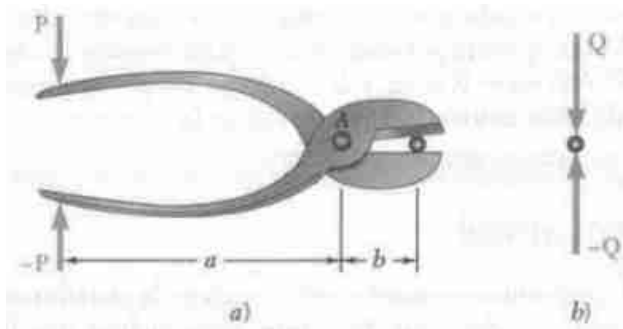
Son estructuras concebidas para transmitir y modificar fuerzas.

Su fin principal es transformar una fuerza de entrada conveniente en una fuerza de salida necesaria.

El estudio de estas maquinas siempre se basa en el análisis del equilibrio (primer y segunda condición).

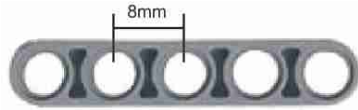
Generalmente este análisis se simplifica a la aplicación de la ley de la palanca.

$P \cdot a = Q \cdot b$



Piezas Lego!

La estructura lego se basa en su unidad fundamental que es la separación (paso) entre agujeros. Esta es la unidad horizontal Lego! y son 8mm.



También es fundamental la altura de las piezas, unidad vertical Lego! que es de 9,6mm cumpliendo siempre la relación 6/5 unidades horizontales.



Las principales piezas para generar estructuras son las vigas (Liftarms) que se presentan en distintos tamaños y groseros. También existen en una variante muy utilizada que son las barras en ángulo.

Enlaces Lego!

Los Kit ofrecen muchas piezas para generar distintos apoyos y enlaces.

Pin Sin Fricción - Es un poco mas fino y se usa cuando se quiere hacer una unión tipo pasador o articulación.



Pin Con Fricción - Encaja mas ajustadamente y se usa cuando se quiere dar mas solidez a la estructura.



Para generar estructuras solidas muchas veces no alcanza con unir las por un único pin.

Pin De Unión Doble - Se puede asumir que genera un empotramiento.



Pin De Unión Doble Perpendicular - Se puede asumir que genera un empotramiento.



Estas piezas buscan dar fortaleza a las estructuras. Luego hay combinaciones de unas con otras.

Pin Con Fricción y Eje Técnico - Se unen dos piezas de las cuales una tendrá una articulación y la otra estará solidaria al Pin



Algunos ejemplos para usar en distintas estructuras.

Para incrementar longitud

Se puede recurrir al ensamble de piezas para alcanzar una distancia que las vigas no alcanzan o bien para dar firmeza a una estructura de gran longitud.

La mas simple es la unión de dos vigas por medio de dos pin con fricción.



Para aprovechar todo el largo de la viga o para que se mantengan alineadas una con otra se puede añadir una viga mas pequeña para unir las entre ellas. Estas vigas agregadas también pueden servir como anclaje al resto de la construcción.



Si la viga que añadimos contiene un ángulo puede servir para otro tipo de anclaje o futura ampliación.



Para incrementar en altura

Para generar estructuras rígidas que ganen altura lo primero que vamos a utilizar es la relación entre unidad horizontal y vertical.

Como vimos una buena manera de generar estructuras solidas es mediante la generación de armaduras que acumulan triángulos. Ahora veremos como formar triángulos rectángulos con vigas.

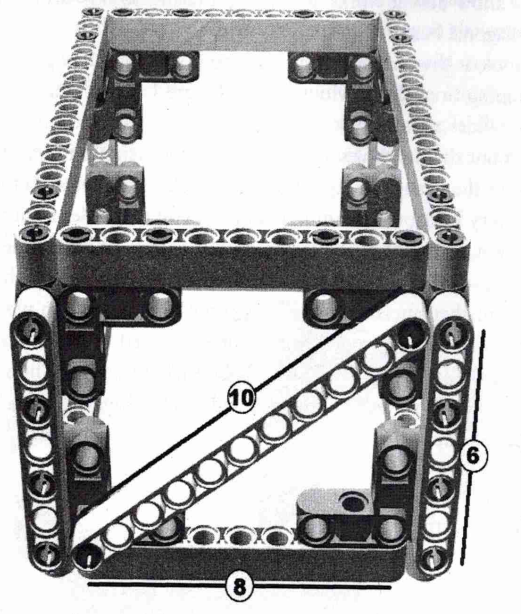
Mediante el teorema de pitágoras podemos decidir que vigas se pueden combinar.

$$A^2 + B^2 = C^2$$

Algunas combinaciones donde este calculo da exacto:

- Catetos: 4 y 3 - Hipotenusa: 5
- Catetos: 8 y 6 - Hipotenusa: 10
- Catetos: 12 y 9 - Hipotenusa: 15

A estos triángulos se les llama triángulos pitagóricos por esta particularidad.



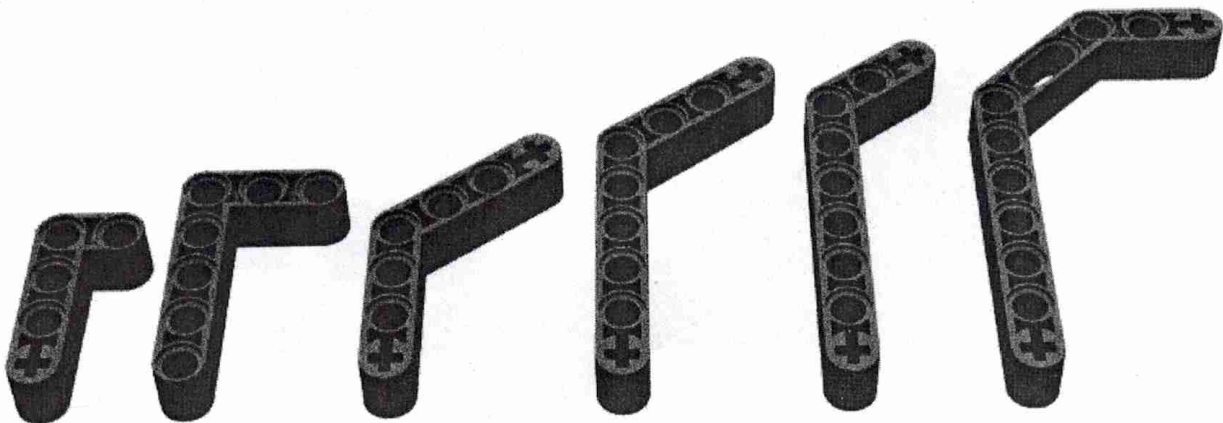
A (Base)	B (Height)	A ²	B ²	A ² + B ²
5	6	25	36	61
3	8	9	64	73
3	4	9	16	25
15	8	225	64	289
9	8	81	64	145

Es importante observar y analizar como enfrentar las vigas que forman el triangulo o el rectángulo con su diagonal.

En otras combinaciones aunque no de entero podemos forzar un poco el encastre para lograr formar el triangulo y que se mantenga la funcionalidad de la estructura.

Vigas en ángulo

Es otro elemento muy útil para ganar altura de manera solida. También nos van a permitir cerrar los ángulos rectos que no pudimos abarcar con el método pitagórico



Combinando los distintos tipos de vigas se puede incrementar la altura con muchas variantes adaptables a la aplicación requerida.

Ponemos algunos ejemplos para estimular el análisis del constructor para generar conclusiones que lo lleven a conseguir la configuración mas eficiente para la aplicación.

Este ejemplo permite ganar altura acoplando mas vigas a las que quedan verticales, se debe tener cuidado con lo firme de la estructura.

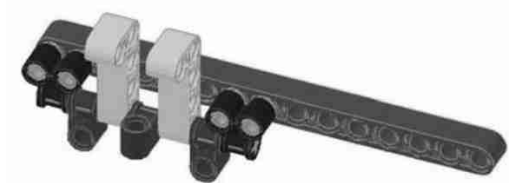
Alguna viga en diagonal puede mejorar sensiblemente lo firme de la estructura.



Otra posibilidad que aporta simetría a la estructura.



En esta opción se usan piezas para en ángulo que permiten generar un aumento en altura con distintos ángulos.



Esta última idea incrementa poco en altura pero es una estructura muy firme para soportar una carga.



Para generar planos a 90°

Muchas veces es necesario poder construir en distintos planos y ángulos para crear la estructura acorde a las necesidades.

La posibilidad de generar planos a 90° y también en otros ángulos aumenta muchísimo las posibilidades en la creación.

Al igual que en las partes anteriores damos algunos ejemplos para formar esta configuración usando distintas piezas, es innumerable la cantidad de posibilidades existente y solo el análisis del problema llevara al constructor a elegir la estructura apropiada.

Este ejemplo genera un cambio de planos a 90° con vigas bastante largas lo que puede ser recomendable para construcciones de dimensiones considerables.



En este caso el cambio de planos es con piezas mas pequeñas lo que, si bien puede servir para construcciones, resulta practico para poner elementos (sensores, poleas, etc.) en forma perpendicular.



Esta también es una opción ideal para colocar un elemento perpendicular a donde se acopla el pin, hay que prestar atención a que el pin que se acopla al ser único puede girar.



Y para finalizar estas tres que solamente demuestran que es innumerable la cantidad de configuraciones que se pueden elegir.

