

Sensibilización Estructural

un manual para el maestro de Estructuras Prácticas



CREDITOS

Director de la Escuela de Arquitectura

MTRO. ALEJANDRO CASTAÑEDA GALLARDO (1985-88)

ARQ. CARLOS PETERSEN FARAH

Coordinador.

MTRO. LEOPOLDO FERNANDEZ FONT

Compiladores.

ARQ. GABRIEL MICHEL ESTRADA

ARQ. FRANCISCO ALVAREZ PARTIDA

Colaboradores.

ARQ. SERGIO QUIROGA GALVEZ

ARO. JUAN ORNELAS LUNA

Dibujó. MIGUEL ANGEL LOPEZ JIMENEZ

Transcribió. MARTHA VIRGINIA NAVARRETE CHAVEZ

Primera Edición. Otoño, 1987

Segunda Edición. Invierno, 1988

Documento preeliminar sujeto a revisión y
evaluación por los usuarios.

Escuela de Arquitectura

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente , (I.T.E.S.O.)

Guadalajara, Jalisco, México.

INDICE

PRESENTACION	6
INTRODUCCION	8
ANTECEDENTES	8
OBJETIVOS	9
CONTENIDOS	10
METODOLOGIA	12
EVALUACION	14
INSTRUCCIONES	16
MATERIAL DIDACTICO	18
BIBLIOGRAFIA	20

1 CURSO

1. MATERIALES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES

1.1 MATERIALES	24
1.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES	26
2. CARGAS Y FATIGAS	
2.1 CARGAS	28
2.2 ESFUERZOS	30
2.3 FATIGAS	40
1-2-E EVALUACION	42

2 CURSO

1. SISTEMAS ISOSTATICOS Y SISTEMAS HIPERESTATICOS

1.1 VINCULOS	46
1.2 CONCEPTOS: ISOSTATICOS E HIPERESTATICO	48
1.3 ELASTICA	50
1-E EVALUACION	52

2. VIGAS; COLUMNAS Y CIMENTACION

2.1 VIGAS	54
2.2 COLUMNAS	58
2.3 CIMENTACIONES	62
2-E EVALUACION	64

3. ESTRUCTURAS RETICULARES PLANAS Y TRIDIMENSIONALES

3.1 DESCRIPCION GENERAL	66
3.2 ESTRUCTURA DE CUERDAS PARALELAS Y TRIANGULARES	68
3.3 ESTRUCTURAS TRIDIMENSIONALES	72
3-E EVALUACION	74

3 CURSO

1. SISTEMAS COLGANTES

1.1 VECTORES, POLIGONO FUNICULAR	78
1.2 SISTEMAS COLGANTES PLANOS	82
1.3 SISTEMAS COLGANTES ESPACIALES	86
1-E EVALUACION	92

2. ARCOS

2.1 EL ARCO-CONCEPTOS	94
2.2 EL ARCO-ANALISIS	96
2.3 EL ARCO-FISICAMENTE	98
2-E EVALUACION	110



4 CURSO

1. SISTEMAS DE MARCO RIGIDO	
1.1 MARCO RIGIDO	114
1.2 CARACTERISTICAS DEL COMPORTAMIENTO	116
1.3 APLICACIONES Y PROCEDIMIENTOS AUXILIARES DE RIGIDIZACION	120
1-E EVALUACION	122
2. CASCARONES Y CUPULAS	
2.1 DEFINICION, TIPOS, USOS Y APLICACIONES	124
2.2 CUPULAS	126
2-E EVALUACION	128
3. PLEGADAS	
3.1 DEFINICION, TIPOS, USOS Y APLICACIONES	130
3.2 FORMA Y EFICIENCIA	132
3-E EVALUACION	134

5 CURSO

5-I INTRODUCCION	138
1. ANALISIS DE ESTRUCTURAS	140
2. EL ASESOR DE ESTRUCTURAS	142
3. DESARROLLO DE PROYECTOS A NIVEL CONCEPTUAL	144
1-2-3-E EVALUACION	146

6 CURSO

6-I INTRODUCCION	150
1. EJECUCION DE VARIOS MODELOS Y ANALISIS DE SU COMPORTAMIENTO	
1.1 VIGAS DE CONCRETO ARMADO	152
1.2 VIGAS	154
1.3 ARCO	156
1.4 ARMADURA	158
1.5 PLEGADA	160
1-E EVALUACION	162

PRESENTACION

Este documento nace de las inquietudes que la práctica de la enseñanza ha producido a los maestros tanto en las áreas de estructuras como en las áreas de taller de composición Arquitectónica.

Estas inquietudes aparecen básicamente, al observar que hay una gran dificultad para convertir en proposiciones creativas y lógicas las teóricas estructurales que los alumnos ven en las aulas.

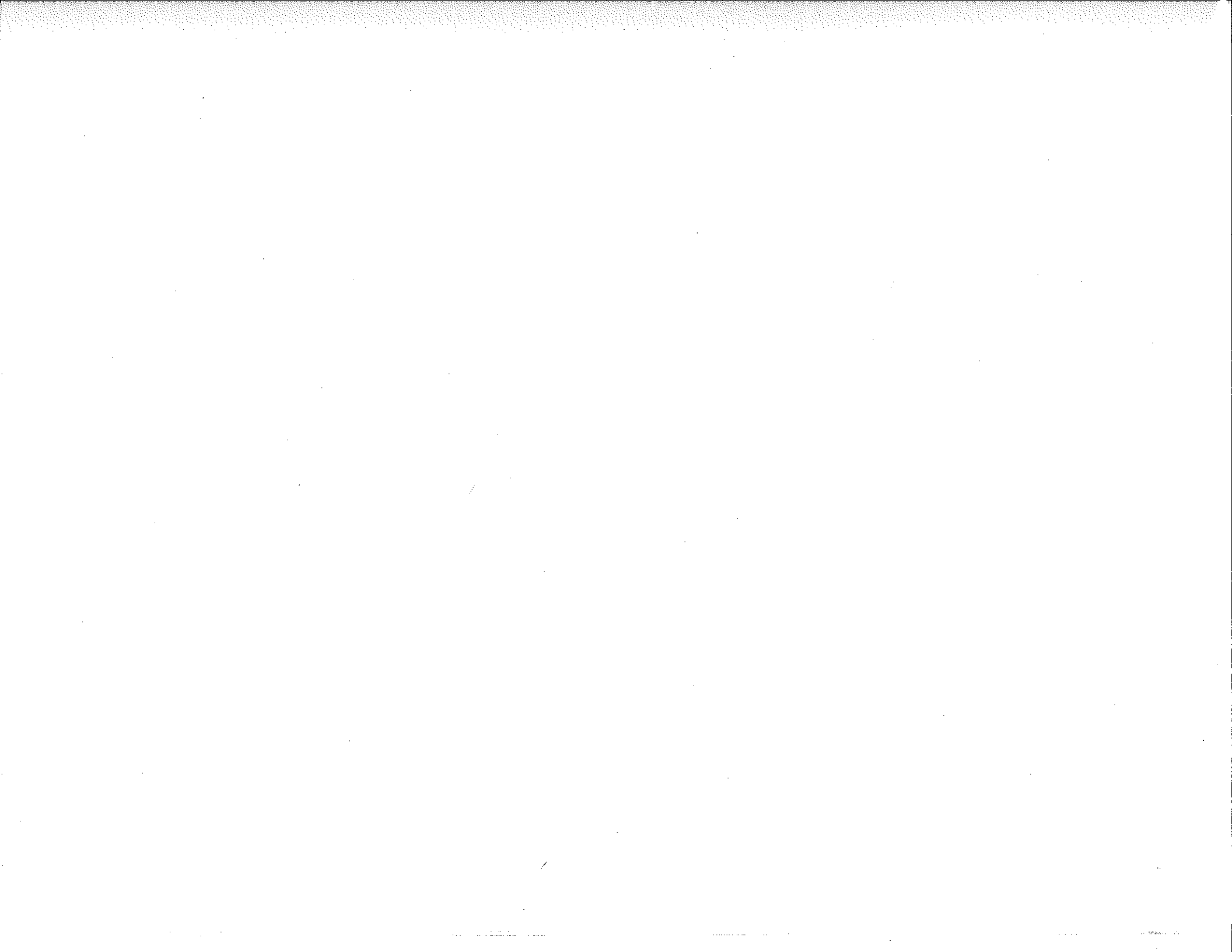
A partir de esto empezamos a experimentar con grupos de alumnos voluntarios, algunas ideas sobre la enseñanza del comportamiento de las estructuras, utilizando para las explicaciones, modelos primitivos de elementos estructurales, tiras de madera, hilos, alambres etc., y haciendo a un lado cualquier explicación que ocupara de fórmulas matemáticas o números.

El resultado fué muy estimulante y sorprendente, los alumnos y los maestros entendimos cosas que nunca habíamos comprendido en las clases teóricas.

Después de algún tiempo de este experimento informal, se intento hacer un programa de trabajo estructurado en 6 semestres, el cuál se aplicó, y una vez hechos los primeros ajustes se decidió hacer este manual para auxiliar a los nuevos maestros que colaborarán en esta área de la formación del futuro Arquitecto.

Es necesario un cambio de actitud ante la enseñanza de las ciencias estructurales para arquitectos y espero que este manual sea un primer paso que de lugar al desarrollo de una mentalidad creativa y abierta en el arte de la concepción estructural.

Leopoldo Fernandez Font.



INTRODUCCION

Por medio de la estructura puede construirse el espacio, atraparlo, para que en él, el hombre y su comunidad se desarrollen, y vivan, con todo lo que esto implica. Esto puede y debe facilitarse con las cualidades expresivas del espacio, por lo que la estructura, es algo integral para el espacio arquitectónico.

Pero ante la realidad nacional en que vivimos, con una problemática compleja y creciente en escala, donde la arquitectura es generada por la gran demanda de viviendas y su equipamiento en el que se utilizan desde procedimientos de autoconstrucción, hasta tecnología avanzada.

La solución estructural del espacio debe cumplir con los requerimientos funcionales y expresivos para lo que fue destinado, entre los cuales el factor económico y tiempo de ejecución, son parámetros que toman cada vez más importancia en la actualidad.

ANTECEDENTES

La experiencia nos dice que con los métodos tradicionales de enseñanza en el área de las estructuras, hemos venido encontrando en los alumnos, una serie de lagunas en sus conocimientos básicos y en el entendimiento del cómo se comportan los sistemas y elementos estructurales, logrando así arquitectos inseguros de sus conocimientos de las estructuras y sin inquietudes que promuevan nuevos horizontes y líneas de acción.

Ante estas realidades, y dado a que el estudiante de arquitectura tiene una mejor capacidad para captar los procesos gráficos que analíticos, se reestructuró el plan de trabajo del área de estructuras donde conjuntamente a los contenidos teóricos, ha venido desarrollándose el área práctica que con la experiencia de 7 años en la que, a base de experimentación y la sensibilización de las estructuras, hemos observado en los alumnos un mejor, y cada vez mayor entendimiento de las estructuras.

Es por esto, por lo que queremos compartir las experiencias de esta área práctica con otras gentes y otros lados a quienes pedimos también sus aportaciones para mejorar y ampliar este manual. Ver guía en: instrucciones.

OBJETIVOS

GENERALES

El objetivo general del programa de trabajo del Área de Estructuras es:

- a) Que el alumno adquiera los conocimientos necesarios y desarrolle su sensibilidad y criterio estructural para que sea capaz de formular ideas estructurales y proponer sistemas de estructuras económicos, congruentes con el espacio arquitectónico y coherentes con el programa arquitectónico y con las tecnologías disponibles.

Adicionalmente se pretende:

- b) Que el alumno desarrolle una actitud de investigación y búsqueda que trascienda los niveles de la enseñanza universitaria.
- c) Que el alumno adquiera hábitos de ensayo y análisis del comportamiento general de la forma estructural.

En suma, se pretende como objetivo final, formar arquitectos que sepan proponer el concepto y el sistema estructural más idóneo, para el espacio arquitectónico que estén diseñando.

PARTICULARES

Teniendo el programa de estructuras dos áreas, teórica y práctica, este manual se basa en los contenidos de área práctica.

- | | | |
|-------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| curso | 1 | Que el alumno conozca los materiales y elementos estructurales, las cargas que las afectan y los esfuerzos y fatigas que se producen. |
| curso | 2 | Que el alumno conozca el funcionamiento y aplicación de los sistemas isostáticos e hiperestáticos; conceptualice lo que son vigas, columnas y cimientos; sepa proponer una adecuada aplicación de las estructuras reticulares, planas y tridimensionales, y que se sensibilice a sus comportamientos generales. |
| curso | 3 | Que el alumno conozca el funcionamiento y aplicación de los sistemas estructurales colgantes, explore el concepto y aplicación del arco, y que se sensibilice a sus comportamientos generales. |
| curso | 4 | Que el alumno conozca el funcionamiento y aplicación de los sistemas de marco rígido, cascarones, cúpulas y plegadas, y que se sensibilice a sus comportamientos generales. |
| curso | 5 | Que el alumno esté capacitado para proponer sistemas estructurales coherentes con proyectos arquitectónicos específicos. |
| curso | 6 | Que el alumno haga una síntesis de los conocimientos adquiridos realizando modelos de sistemas estructurales y su análisis funcional. |

CONTENIDOS

1	CURSO	1 MATERIALES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES	2 EPI 1
		1.1 Materiales	2 EPI 1.1-2
		1.2 Elementos estructurales	2 EPI 1.3-4
		2 CARGAS Y FATIGAS	2 EPI 2
		2.1 Cargas	2 EPI 2.1
		2.2 Esfuerzos	2 EPI 2.2
		2.3 Fatigas	2 EPI 2.3
2	CURSO	1 SISTEMAS ISOSTATICOS Y SISTEMAS HIPERESTATICOS	3 EPII 1
		1.1 Vínculos	3 EPII 1.1
		1.2 Conceptos: Isostático, Hiperestático	3 EPII 1.2
		1.3 Elastica	3 EPII 1.3
		2 VIGAS COLUMNAS Y CIMENTACION	3 EPII 2
		2.1 Vigas	3 EPII 2.1.1-2
		2.2 Columnas	3 EPII 2.2
		2.3 Cimentaciones	3 EPII 2.3.1-2
		3 ESTRUCTURAS RETICULARES PLANAS Y TRIDIMENSIONALES	3 EPII 3
		3.1 Descripción general	3 EPII 3.1
		3.2 Estructura de cuerdas paralelas y triangular	3 EPII 3.2
		3.3 Estructura tridimensional	3 EPII 3.3
3	CURSO	1 SISTEMAS COLGANTES	4 EPIII 1
		1.1 Vectores, polígono funicular	4 EPIII 1.1-2
		1.2 Sistemas colgantes planos	4 EPIII 1.3
		1.3 Sistemas colgantes espaciales	4 EPIII 1.4
		2 ARCOS	4 EPIII 2
		2.1 El arco-conceptos	4 EPIII 2.1
		2.2 El arco-análisis	4 EPIII 2.2
		2.3 El arco-físicamente	4 EPIII 2.2

4

CURSO

1	SISTEMAS DE MARCO RIGIDO	5	EPIV 1
	1.1 Marco rigido	5	EPIV 1.1
	1.2 Características del comportamiento	5	EPIV 1.2
	1.3 Aplicaciones y procedimientos auxiliares de rigidización	5	EPIV 1.3
2	CASCARONES Y CUPULAS	5	EPIV 2
	2.1 Definición, tipos, usos y aplicaciones	5	EPIV 2.1
	2.2 Cúpulas	4	EPIII 2.3
3	PLEGADAS	5	EPIV 3
	3.1 Definición, tipos, usos y aplicaciones	5	EPIV 3.1
	3.2 Forma y eficiencia	5	EPIV 3.2

5

CURSO

1	ANALISIS DE ESTRUCTURAS	6	EPV 1.1-2
2	EL ASESOR DE ESTRUCTURAS	6	EPV 2.1-3
3	EL DESARROLLO DE PROYECTOS A NIVEL CONCEPTUAL	6	EPV 3.1-3

6

CURSO

1	EJECUCION DE VARIOS MODELOS Y ANALISIS DE SU COMPORTAMIENTO	7	EPVI 1
	1.1 Vigas de concreto armado	7	EPVI 1.4
	1.2 Vigas	7	EPVI 1.5
	1.3 Arcos		
	1.4 Armaduras	7	EPVI 1.7
	1.5 Plegadas		

- En este curso el maestro debe ser Arquitecto
- ▲ Claves de correspondencia con el programa de estructuras de la Escuela de Arquitectura del ITESO
- Espacio libre para anotar las claves de correspondencia con los planes y programas de estructuras de otras instituciones educativas.

METODOLOGIA

El objetivo fundamental de esta área, es que el alumno conozca el funcionamiento y aplicación de sistemas estructurales y que sensibilice a su comportamiento general para que esté capacitado para proponer las soluciones estructurales de un proyecto arquitectónico. Lo más adecuado a los requerimientos programáticos de costo, funcionalidad, expresividad y procedimientos estructurales, coherentes con la realidad socioeconómica del problema.

Es un objetivo de destreza y experiencia.

Se desarrollará fundamentalmente con trabajos personales y en equipo de investigación y experimentación después de breves explicaciones de los fundamentos del tema a estudiar.

Se procurará hacer la conexión de cada detalle del experimento o trabajo de investigación con la realidad.

Se efectuarán visitas a obras o edificios terminados para ilustrar los temas tratados en la clase en las que se analizará; el sistema estructural utilizado,

su congruencia con el espacio arquitectónico y su resultado expresivo, se detectarán los materiales

de construcción, los tipos de elementos utilizados sus dimensiones, los sistemas de conexiones y nudos y se buscarán fallas, grietas o deflexiones que pongan en evidencia los esfuerzos y el modo de trabajo de estructura y se hará ver a los alumnos los tipos de carga a que está sujeta la estructura y cómo la afectan si se incrementan o desaparecen.

El maestro hará de cada tema un ciclo que comprenderá las siguientes actividades:

- a) Exposición magisterial de los conceptos fundamentales del principio, elemento o sistema estructural a estudiar.
- b) Observación, medición y análisis con las explicaciones necesarias, de ejemplos construidos o en proceso de ejecución.
- c) Desarrollo de experiencia que lleven a la comprensión de las esencias del funcionamiento estructural y que desarrollen en el alumno la sensibilidad al fenómeno estructural, que le permita en el futuro intuir soluciones y entender el comportamiento de los sistemas estructurales.

Estas experiencias se harán con elementos y modelos preparados por los mismos alumnos, a los que se les harán pruebas de carga y medidas de sus deformaciones y observación de su comportamiento.

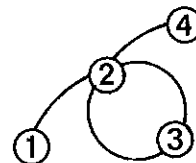
Se procurará que los modelos sean esquemáticos para que el alumno llegue lo más pronto posible a las conclusiones y no se pierda en trabajos manuales de modelismo y artesanías.

Se buscará que las deformaciones de los modelos sean muy visibles para que se pueda sacar conclusiones claras del comportamiento y el maestro estará atento a las experiencias para aprovechar efectos y resultados laterales o no advertidos por el alumno para hacerlos notar y buscar la explicación correspondiente.

d) Puesta en común para todo el grupo sobre el desarrollo de la clase, temas, actividades, avances, conclusiones personales, de equipo de trabajo y del grupo. Evaluación de trabajo.

e) Cada alumno llevará su bitácora donde reportará el desarrollo de la clase, ejercicios, visitas, pláticas, audiovisual, conceptos, observaciones conclusiones y avances personales donde pueda él fácilmente medir y rectificar objetivos, actitudes eficiencia, calidad, aprovechamiento y desarrollo tanto del área misma, como a nivel personal.

METODOLOGIA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES



- ① Cada equipo desarrollará la idea con explicación al grupo del comportamiento de su sistema estructural, esto a nivel de esquema.
- ② El grupo retroalimentará al equipo. El maestro complementará guiando a los equipos en su búsqueda.
- ③ Posteriormente se hace el modelo, se prueba y se observa su comportamiento, (este primer modelo, pudiera ser a escala más chica que el modelo final).

Nuevamente pasamos por el punto ②

- ④ Elaboración final del modelo, se prueba y se sacan conclusiones.

- Es recomendable que los trabajos pasen por las etapas de corrección y afirmación, que es donde se da el proceso de aprendizaje y comprensión del funcionamiento estructural.

EVALUACION

Es conveniente hacerlas por escrito, una al final de cada tema general, y dar los resultados de las respuestas, autoevaluándose el alumno, para que él mismo aclare y conozca cuáles fueron sus aciertos y/o fallas.

Se procurará que el contenido sirva para incrementar el conocimiento de los alumnos, evitando preguntas capciosas, o especialmente complicadas,

En cuanto a los contenidos específicos de cada curso, se evaluará:

APROVECHAMIENTO

Grado de conocimiento adquirido, habilidades obtenidas, dominio del asunto, asimilación y transformación de los contenidos.

OBJETIVO

Capacidad de producir una síntesis personal respecto de la materia, su finalidad, su utilidad y su relación con las demás materias.

Respecto al producto, evaluaremos:

CALIDAD

Condición de trabajo desempeñado y/o producto elaborado con orden, estructura, lógica y claridad.

Referente al alumno, se tomará en cuenta:

ACTITUD

Disposición para el trabajo individual y/o de grupo participación en el crecimiento común, capacidad de autocrítica, iniciativa, postura personal, ante sus trabajos.

EFICIENCIA

Capacidad para optimizar los recursos disponibles (tiempo, bibliografía, asesorías, visitas de campo, laboratorios, etc.)

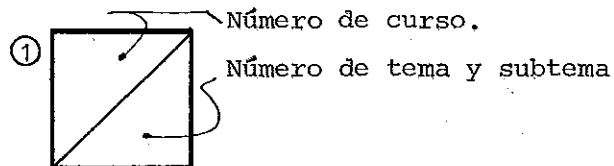
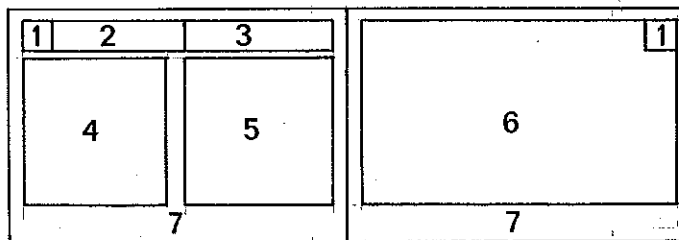
DESARROLLO


Ayance global según las características que presenta el inicio y al final de curso, crecimiento personal participado.

INSTRUCCIONES

ESTRUCTURACION DEL MANUAL

Para una forma gráfica y manuable, la estructuración de este manual, en cuanto a la distribución de espacios en las hojas.



Ejemplo:  Se refieren al curso 3
tema 2, arcos
subtema 1, el arco -> conceptos

Estos números corresponden a los enumerados en los contenidos e índice.






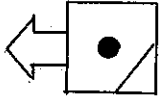
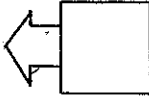
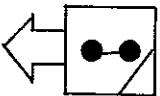

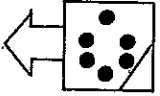

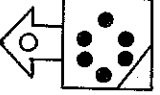


Cuando aparezca en lugar del subtema una E, nos referimos a evaluación del tema. Una I, a notas introductorias al semestre.

- ② Nombre del tema
- ③ Nombre del subtema


- ④ Conceptos generales
- ⑤ Recomendaciones
- ⑥ Actividades
- ⑦ Paginación, hoja izquierda par hoja derecha non.

En caso de que se necesite más área para los conceptos generales, se extenderá al espacio 5 y en dado caso, se continuará a la segunda hoja, con paginación par; lo mismo será en el espacio de las actividades. En caso de continuarse a otra hoja, pasa a la siguiente página non. Todos los espacios que queden en blanco, serán para notas del maestro.

En el espacio de actividades, usamos la siguiente nomenclatura:

	Alumno		Trabajo en equipo de 3
	Maestro		Trabajo grupal, puesta en común
	Invitado		Salida de clase, individualmente
	Clase fuera del aula		Salida de clase en grupo, de 2
	Audiovisual		Salida de todo el grupo
	Grupo		Salida del grupo, dirigida por el maestro
	Clase dirigida por maestro		Metodología de trabajo. (Ver en el apartado Metodología,

Con estos símbolos se hacen todas las combinaciones posibles. Pasamos algunos ejemplos.

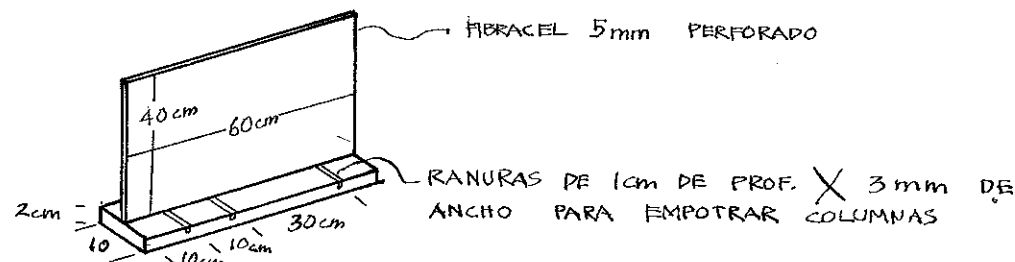
 Trabajo personal

En la parte inferior derecha, se pondrá el número de clase que se llevará dicha actividad, siendo cada clase de 2 horas.

MATERIAL DIDACTICO

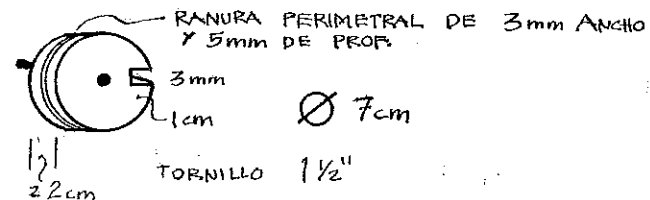
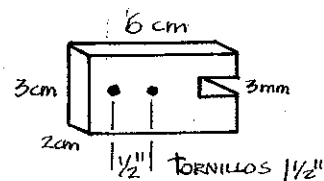
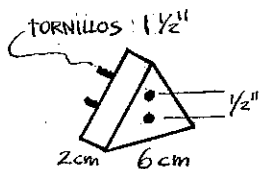
Como herramientas de trabajo que usaremos cotidianamente para las distintas actividades (en cada actividad se apunta que material usar) hemos desarrollado y aplicado el siguiente material:

1. Tablero de ensaye "Maquetógrafo" (24)



2. Vinculos

- △ Piezas de madera (50)
- Piezas de madera (50)
- ▨ Piezas de madera (50)



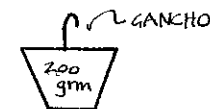
3. Apoyos (8)

Piezas de madera para apoyar cubiertas vigas etc.



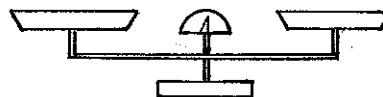
4. Pesos (50)

Colados de concreto en moldes de cartón cuyo peso sea de 200 gr.



5. Balanzas (4)

Para medir y sacar grados de eficiencias



6. Prensas (8)

Para hacer empotramientos

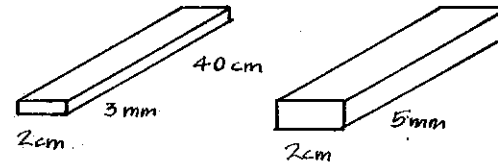


7. Dinamómetros de 200 gr. (4)

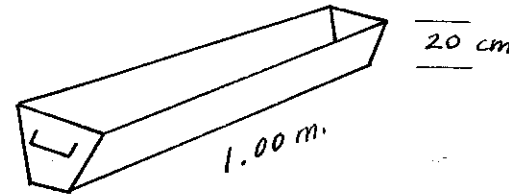
Para medir tensiones en cables



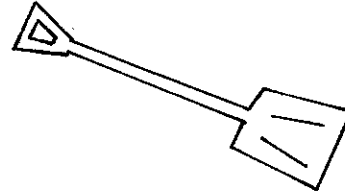
8. Barras de acrílico (8c/u)
Para mostrar deformaciones



9. Cimbras (8)
Para hacer colados de vigas en actividad 6.1.1.



10. Palas (2)
Para hacer mezclas.



El número entre paréntesis es la cantidad de material sugerido para el trabajo de 4 grupos de 20 alumnos cada grupo aprox.

Se usarán además esporádicamente otros materiales que no es importante que estén contemplados dentro del taller (bodega) como plastilina, maderas, cartones, alambres etc. y que el alumno será el responsable de conseguirlo; algunos de esos materiales servirán solo una vez, otros es necesario que ellos los hagan físicamente para así entender conceptos, estimular reactividad etc.

es de vital importancia ir haciendo e incrementando este material tomando fotografías (transparencias) de los trabajos realizados, de su forma original, el comportamiento del modelo, sus deformaciones, su colapso. y pidiendo a los alumnos donden material realizado y usado por ellos para que sirvan de base en futuras actividades.

BIBLIOGRAFIA

Se recomienda para consulta de maestros y alumnos.

Gómez Tremari, Raúl

RESISTENCIA DE MATERIALES

Universidad de Guadalajara, 1980

Gómez Tremari, Raúl,

DISEÑO ESTRUCTURAL SIMPLIFICADO

Universidad de Guadalajara, 1970

Engel, Heinrich

SISTEMA DE ESTRUCTURAS

Blume, España, 1970

Parker, Harry

DISEÑO SIMPLIFICADO DE ESTRUCTURAS DE MADERA

Limusa, México, 1981

Pearce, Peter / Pearce, Susan

EXPERIMENTS INFORM

Van Nostrand Reinhold Co.

ESTRUCTURAS EN LA NATURALEZA

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL MUNICIPIO
DE GUADALAJARA

Departamento de Obras Públicas Municipales

MANUAL FUNDIDORA DE MONTERREY

MANUAL, COMPAÑIA SIDERURGICA GUADALAJARA.

GUIA

Se pretende que este Manual esté abierto a las opiniones y experiencias de cuantos hagan uso de él por lo que pedimos, enviar sus comentarios por escrito a esta escuela, indicándonos, semestre, tema y subtema o algo nuevo, o sugerencias para mejoramiento o desecho de lo expuesto; comentando resultados positivos y negativos, así como recomendaciones.

Nuevas aportaciones, serán tomadas muy en cuenta para la siguiente edición.

Oficinas ITESO, A.C.
Fuego No. 1031 Jardines del Bosque
Tels. 47-56-50 y 47-56-47



Apartado Postal 31175
Guadalajara, Jalisco, México.

Campus Universitario
Periférico Sur Km. 2.5
Tels. 31-02-97 y 31-13-53

1

CURSO

1. MATERIALES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES

1.1. MATERIALES

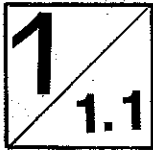
1.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2. CARGAS Y FATIGAS

2.1. CARGAS

2.2. ESFUERZOS

2.3. FATIGAS



MATERIALES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES

MATERIALES

CONCEPTOS GENERALES.

Clasificación de elementos y materiales estructurales

ELEMENTOS	PROCESADOS	TRANSFORMADOS	INDUSTRIALIZADOS
Piedras	Gravas Canteras Jales	Concretos morteros para liga enjarres	Muros, lozas- prefabricadas trabes- preesforzadas armados indust. ladrillos blocks adobes
Tierras	Arenas Arcillas		
Cales	Cal yeso Cemento		
Metales	Lingotes	Perfiles vigas, varilla alambre, cables láminas	Paneles Aislantes Aglomerados Laminada-pegada
Petroleos	Plásticos fibras sint. aditivos pegamentos	Asfaltos	
Vegetales	Maderas Rústicas Fibras, pajas carrizos bambus	Tablas Polines	

Esta clasificación no es mas que un intento para poder partir de ella en el desarrollo de las actividades.

RECOMENDACIONES.

Orientar y dar énfasis al aspecto estructural y no caer en materia de procedimientos de construcción u otras.

Hacer evidente:

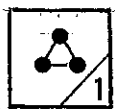
las cualidades y problemas de cada material, permanencia aislamiento acústico y/o térmico, permeabilidad, etc.

Usos recomendables para construcción, como elementos, estructurales, funcionales y expresivos. Su comportamiento inmediato y a largo plazo.

Motivar a los alumnos a que ellos sientan, palpen, descubran los materiales y sus características.

Se pretende que, además de conocer los materiales el alumno quede capacitado para estimar las cargas muertas básicas de una estructura.

Integrar por el maestro en las presentaciones de los materiales, los conceptos de Fuerza, Fatigas "I", "A", "E" etc. que van saliendo al hacer la exposición de las características de los materiales con definiciones meramente funcionales y no matemáticas.



ACTIVIDADES

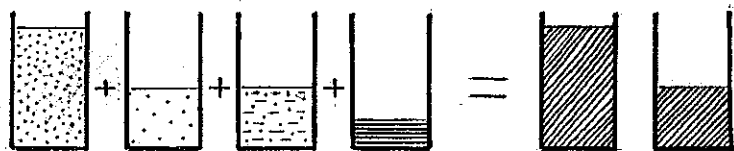
Se repartirán los materiales entre los equipos.

Se les pedirá que consigan el material e investiguen sus características físicas, peso volumétrico y resistencia, haciendo énfasis en los usos y características estructurales.

(Insistir en el uso de la bitácora, pues estos datos serán utilizados nuevamente en actividades posteriores)

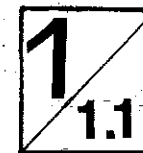
En el caso de morteros, se les pedirá investiguen sus proporcionamientos más usuales y que presenten los componentes por separado, así como al mortero ya fraguado.

Se les hará notar, que la suma de x partes de arena grava, cementante y agua, no da la suma de las partes, sino menos volumen (concepto de granulometría)



Se pedirá la explicación de esto y se dejará claro que el cementante es un pegamento que sólo rellena y adhiere las partes inertes del mortero.

Se verá que la resistencia de los concretos depende de la relación agua-cemento.



1
1.2

MATERIALES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

CONCEPTOS GENERALES.

Descripción general de:

Elementos horizontales | dalas
vigas
armaduras
etc.

Elementos verticales | muros
castillos
columnas
etc.

Elementos transmisores de Cargas al subsuelo | cimientos
zapatas
etc.

Vínculos | apoyos sencillos
charnelas
empotramientos

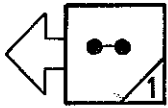
Momento de inercia

Esbeltez

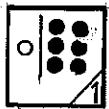
RECOMENDACIONES.

Hacer evidente el comportamiento de cada uno de los elementos estructurales, el por qué y para qué de estos elementos, cómo funcionan, dónde son más apropiados unos u otros, diferencias, formas y problemas de instalaciones, etc.

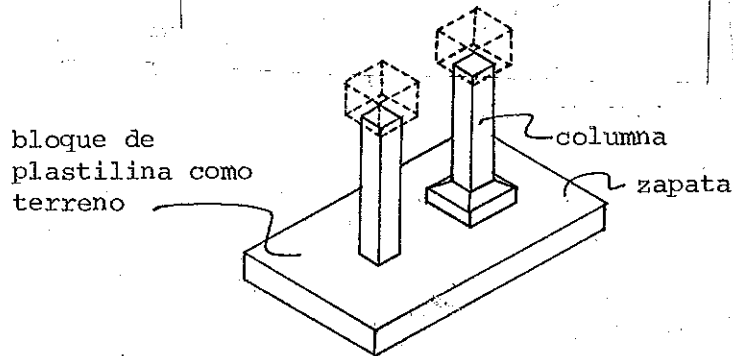
ACTIVIDADES.



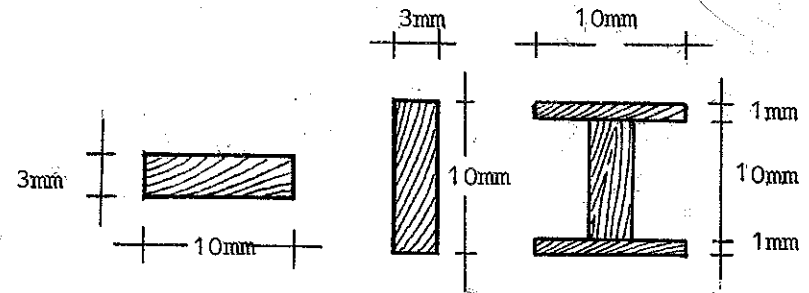
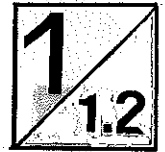
El alumno visitará obras terminadas y en proceso, tomará fotos y/o hará croquis sobre los elementos estructurales, e investigará sobre su comportamiento, para qué son, cómo se instalan, etc. Y sus dimensiones.. En clase los alumnos expondrán el material recabado en sus búsquedas y hallazgos. El grupo retroalimenta y el maestro complementa.



Explicación - experimento.
¿Para qué es un cimiento?.

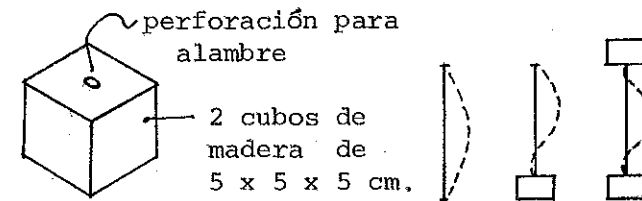


Se utilizará barras de madera para demostrar el diferente momento de inercia y explicar lo que es y de que depende.



Estas tres secciones tienen la misma área y el mismo peso, sin embargo, una es más eficiente que las otras.

Se utilizará un alambre de diferentes longitudes, 30, 15, 5 cm. para demostrar fallas por esbeltez.



Se hará ver que mientras más corto, más resistente y mejor vinculado más resistente.

1
2.1

CARGAS Y FATIGAS

CARGAS

CONCEPTOS GENERALES.

Cargas: clasificación por su origen y efectos
muertas
vivas
accidentales
otras.

Clasificación de cargas por la forma en que
afectan a la estructura:

concentrados
uniformes
triangulares
trapezoidales
momentos puros

RECOMENDACIONES.

Analizar: lo que dice el Reglamento Municipal de
Construcción, fracción referente a cargas

Se buscará que el alumno los identifique y
entienda porque la clasificación y sus diferencias
entre si y en qué caso se dan.

ACTIVIDADES



Los alumnos se encargarán de conseguir tablas de carga de materiales y Reglamento Municipal para Cargas Vivas y presentarán su investigación.

Con los materiales reunidos en la actividad 1.1, se hará un muestrario con etiquetas que muestren sus pesos volumétricos.

Con esta información se realizarán cálculos de peso de elementos básicos compuestos, como peso por metro cuadrado de muros de 10 cm., de 15 cm., etc. de una losa de concreto sólida, aligerada, de una losa de bóveda de ladrillo con sus elementos de acabado, piso, enjarres, hormigón, etc.

Se harán comparaciones de peso de diversas cubiertas y particiones.

En todos los casos, se partirá de la experimentación y verificación física por los alumnos, de los pesos de los materiales y se harán comparaciones de los resultados con tablas de fabricantes o manuales.

Como actividad final de este subtema el alumno conseguirá y presentará una planta con vigería de una construcción sencilla (casa habitación) y el maestro le indicará 4 ó 5 vigas de las que deberá calcular las cargas y las reacciones correspondientes.

1
2.2

CARGAS Y FATIGAS

ESFUERZOS

CONCEPTOS GENERALES.

Glosario de términos (definir, explicar)

Resistencia de materiales, qué es, qué estudia

Fuerzas externas - carga

Fuerzas internas - esfuerzo (Kg. totales, fatiga Kg/cm²)

Efectos sucesivos del comportamiento de una estructura:

Cargas - reacciones - fuerzas, fatigas

Deformación, equilibrio - ruptura.

Deformación		longitudinal
		transversal
		giro

Elasticidad

Plasticidad

Módulo elástico, límite elástico

Adherencia

Cohesión

Fricción

Momento (carga)

eje neutro, eje de sollicitación

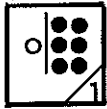
Clasificación de los esfuerzos producidos por:

Esfuerzos		axiales
		cortante
		flexión
		torsión

RECOMENDACIONES,

Se explicarán los conceptos, recurriendo a las matemáticas lo menos posible, tratando que el alumno los experimente con modelos y entienda lo que significan en el comportamiento de un elemento estructural.

Hacer evaluación de conceptos al término de su exposición.



ACTIVIDADES.

El maestro explicará a todo el grupo y tratará de ilustrar con pequeños experimentos, cada uno de los conceptos.

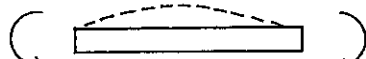
Se utilizará el tablero de experimentación "Maquetógrafo" Fuerzas externas (cargas)

y Vínculos

Como elementos estructurales se tendrán muestras reales de una viga I de fierro y una viga L de concreto de las mismas, que los alumnos consiguieron en la actividad 1.1 anterior, y para los experimentos se tendrá, hilo, ligas, alambre, barras de madera, balsa o de acrílico de 3 mm x 1.5 cms x 60 cms y dos poleas (de 3 ó 4 cms) lo más finas posible (embaladas, mejor).

El elemento estructural se ilustrará y se verá la deformación; y se harán evidentes las reacciones y las deformaciones.

Vigas



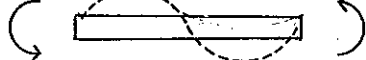
momentos

Columnas

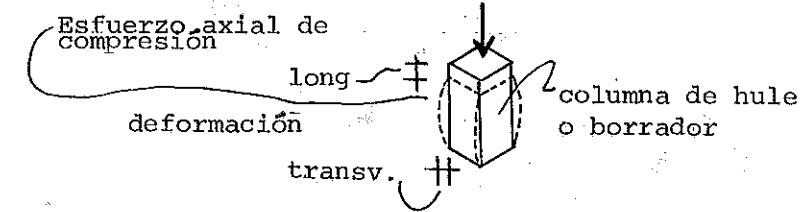
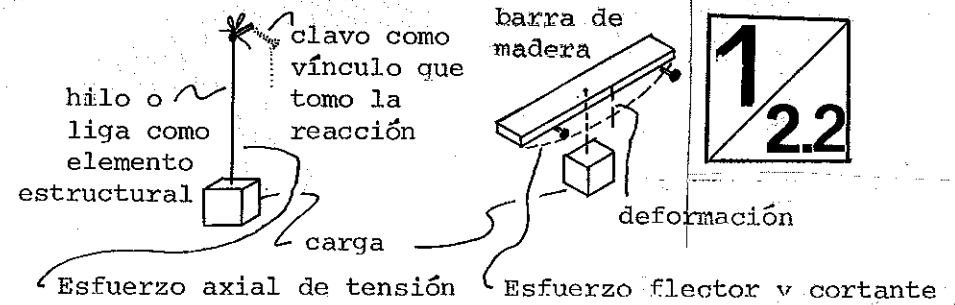


aplicados

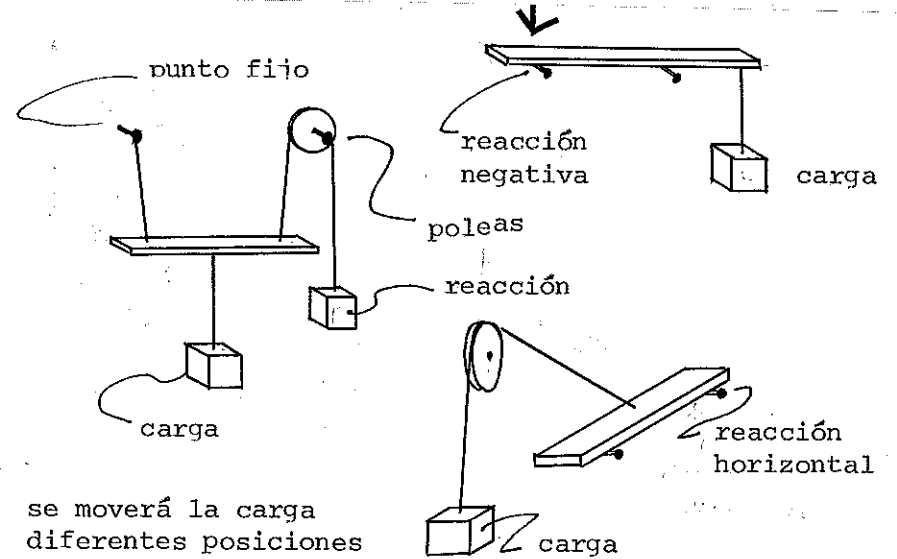
Zapatatas



con la mano



Se compararán las deformaciones de una carga concentrada contra la misma carga, repartida y triangular.



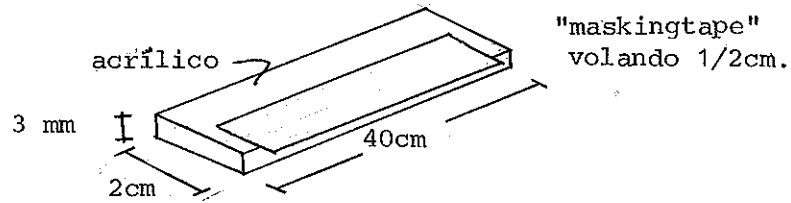
se moverá la carga diferentes posiciones y se buscará el peso adecuado de las reacciones para mantener la barra en equilibrio

Se utilizarán barras de aluminio para demostrar las deformaciones elásticas y las deformaciones plásticas.

ACTIVIDADES

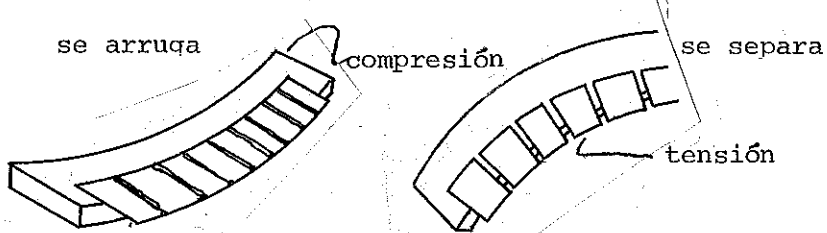


TENSION Y COMPRESION por esfuerzo flector

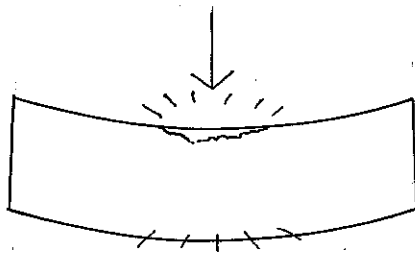


El masquintape se adhiere en la parte superior e inferior de la varilla, en esta cara, cortes transversales a cada centímetro.

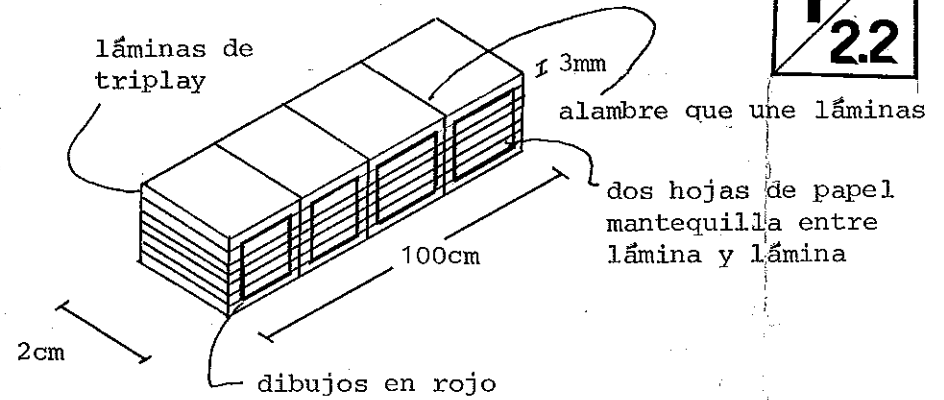
Al flexionar la barra se observarán las zonas de tensión y compresión.



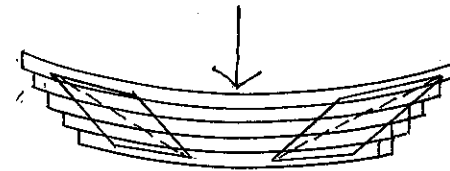
Resultado en trave de concreto de falla por tensión y compresión.



CORTE LONGITUDINAL / TRANSVERSAL



al flexionar el cuerpo se observa el cortante longitudinal en el desplazamiento de cada lámina.



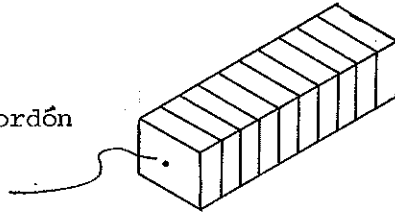
se observará el alargamiento de la diagonal demostrando la tensión diagonal.

En la segunda parte de este experimento, se evitará el desplazamiento con dos prensas, clavos o tornillos, y se verá cómo la deformación será menor. Se hará referencia al cambio de momento de inercia y a la resistencia a soportar el cortante



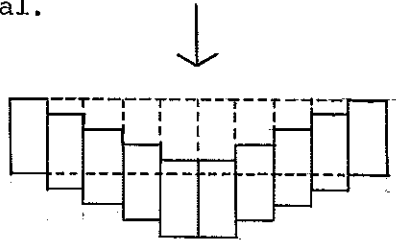
CORTANTE

Liga o cordón que une cuadros

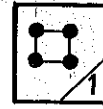
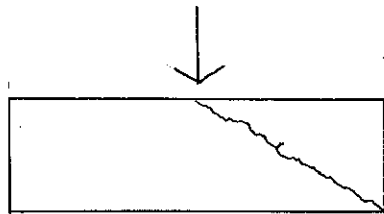


cuerpo formado por cuadrados de madera de 2 x 2 x 4 mm.

Al aplicarle una carga se observa el cortante transversal.

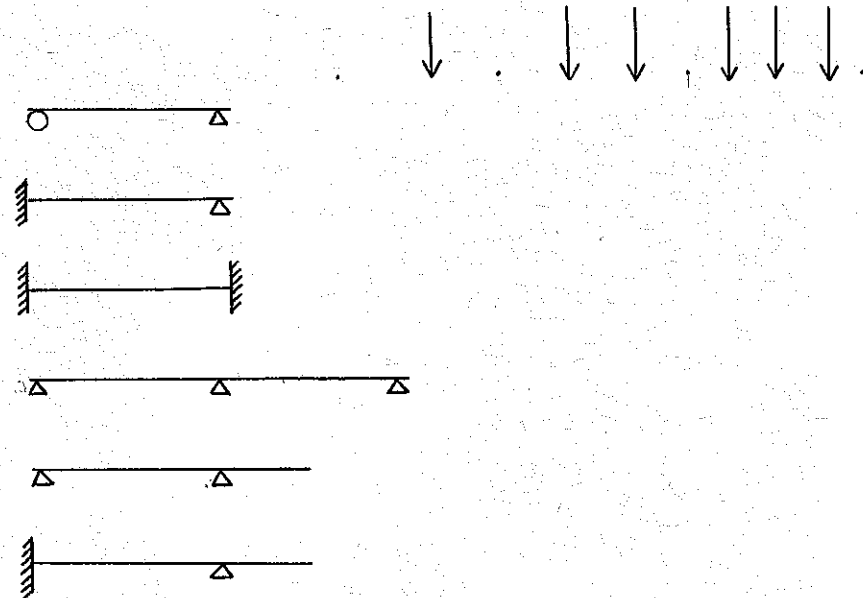
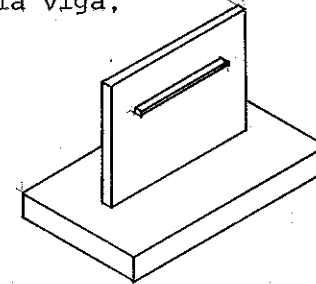
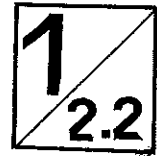


Al sumar fuerzas verticales y horizontales observamos el resultado de falla en trave de concreto por cortante.

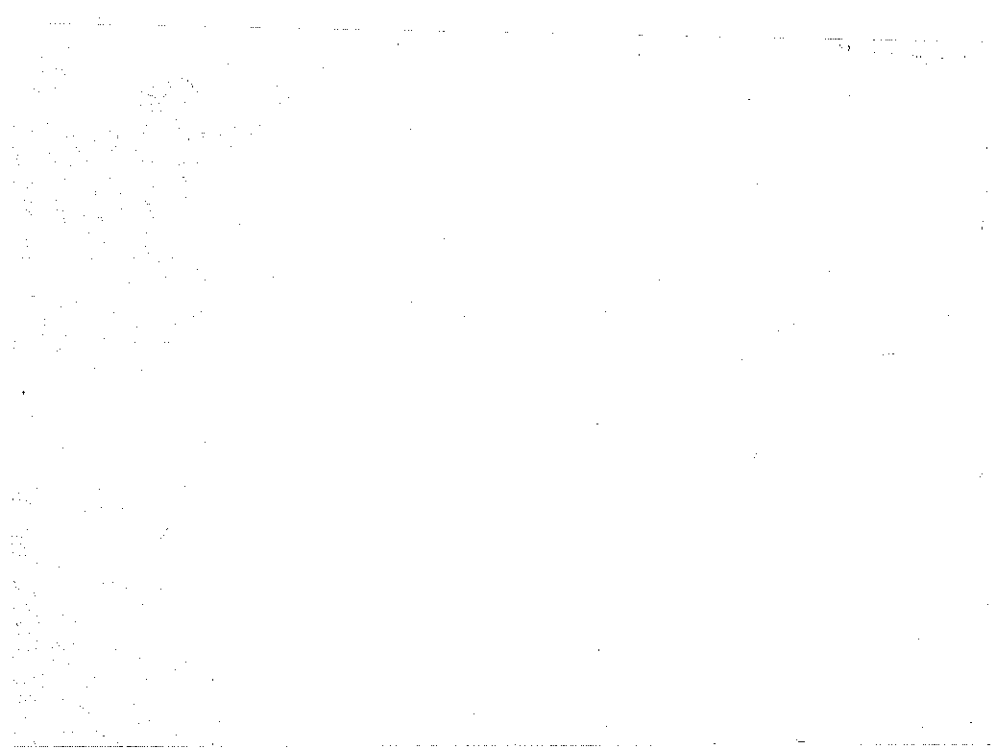
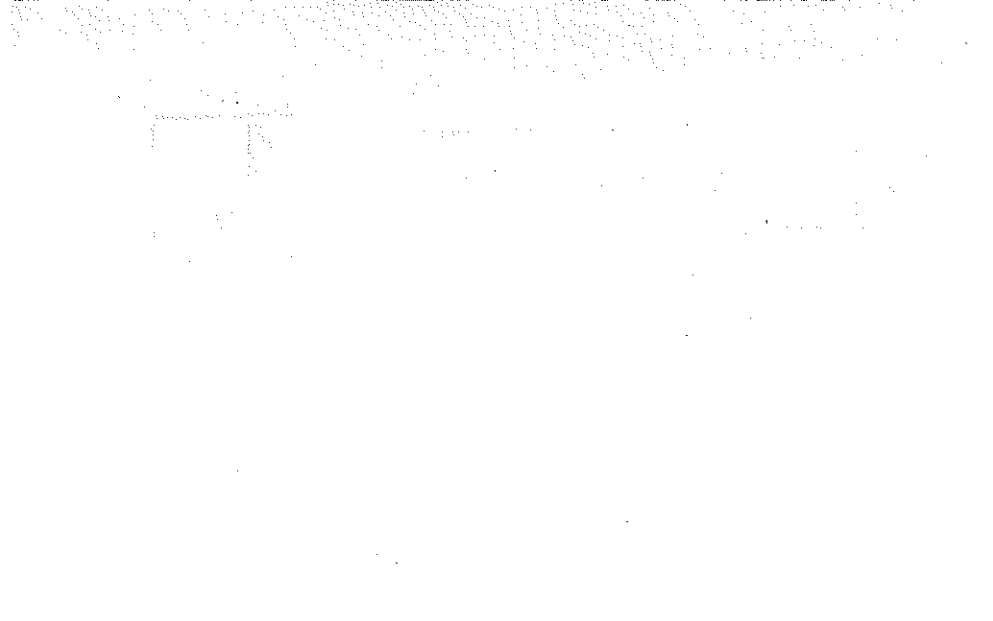


Cada equipo trabajará con todos los casos de vigas, y variantes de carga.

Se observarán los efectos en la viga,



medirán la deformación al centro y la compararan con cada caso, así como identificarán las zonas que tienen tensión abajo o arriba y puntos de inflexión si los hay.



1911
1912
1913

1914
1915
1916

ACTIVIDADES.

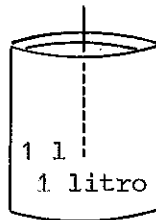
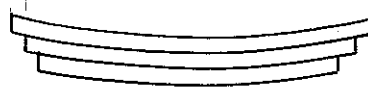
FRICCIÓN Y ADHERENCIA.

Ejem. 1



3 láminas
de acrílico
2 x 400 x 20 mm.

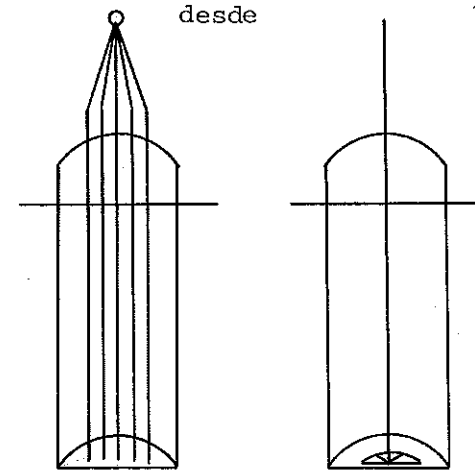
Observar el desplazamiento de las láminas con una unidad de carga, posteriormente se lubrican las superficies comunes y se observará mayor facilidad en el desplazamiento con la misma unidad de carga (menos fricción).



alambre de 40cm de long.
lodo

Se colgará el litro de lodo del alambre (por la poca fricción y adherencia no se sostendrá). Desarrollar entonces, una idea sobre cómo con cinco alambres, sostener colgado el litro de lodo.

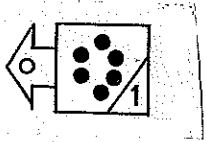
ejemplos :



desde

a un armado



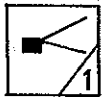


Visita a un edificio donde sea claro observar las deformaciones y fallas (grietas) por cargas (flexión, cortante, torsión. cargas muertas, vivas etc.) haciendo croquis o fotos de los elementos estructurales y tomarán medidas de sus dimensiones . Explicarán posteriormente al grupo los efectos de las cargas.

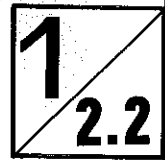
Se recomienda: el estacionamiento de plaza del sol

El estacionamiento de plaza del sol

las traveses de la rampa al estacionamiento de plaza México (torsión)



El maestro conseguirá material gráfico para ilustrar las fallas por esfuerzos axiales y de cortante.



CONCEPTOS GENERALES.

Ley de Hooke.

Fatigas producidas por los esfuerzos:

- Axial Kg /cm² P/A
- Cortante kg /cm² C/A
- Flexión Kg /cm² $\frac{My}{I}$

Torsión

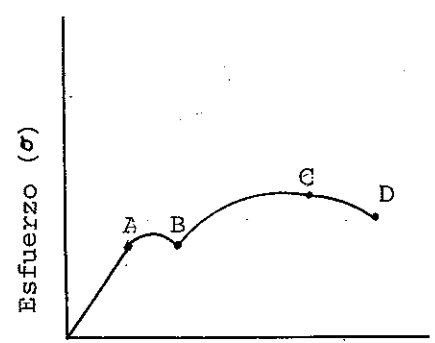
Flexoaxial

Fatigas de : ruptura, fluencia
seguridad, trabajo
límite elástico.

RECOMENDACIONES.

Se tratará de que quede muy clara la diferencia entre el esfuerzo y la fatiga; y qué pasa si la fatiga que se produce, sobrepasa la fatiga de seguridad, o la de ruptura.

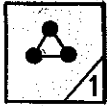
Explicar graficas de deformación y esfuerzos



- A = Límite de proporcionalidad (fatiga límite)
- B = Fatiga fluencia
- C = Carga de ruptura del material
- D = Punto de ruptura
(máxima fatiga, fatiga de ruptura)
- 0-A = Límite elástico (hay proporcionalidad entre esfuerzo y fatiga (Fatiga de trabajo))
- A-B = Sin mas esfuerzo hay deforma deformación, es la zona de fluencia
- C-D = Mas deformación sin mas carga, hasta la ruptura (D)

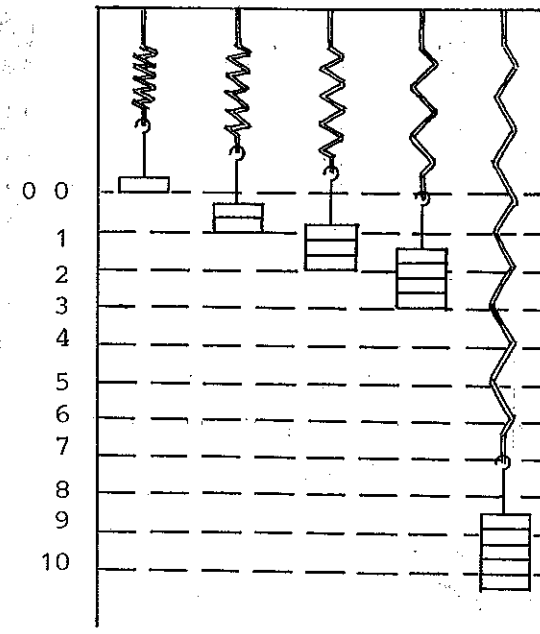
deformación unitaria (ε)
MODULO DE ELASTICIDAD (E)

ACTIVIDADES.



LEY DE HOOKE. FATIGA FLUENCIA

Se percibirá un alargamiento 1 x, por cada unidad de peso hasta llegar el momento en el que sin aumentar peso, aumenta el alargamiento, hasta que se detiene (pasó por el área de fluencia), posteriormente, se rompe el resorte.



Se usará un solo resorte o liga en el que se va probando y aumentando la carga

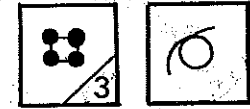
1
1-2.E

MATERIALES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES
CARGAS Y FATIGAS

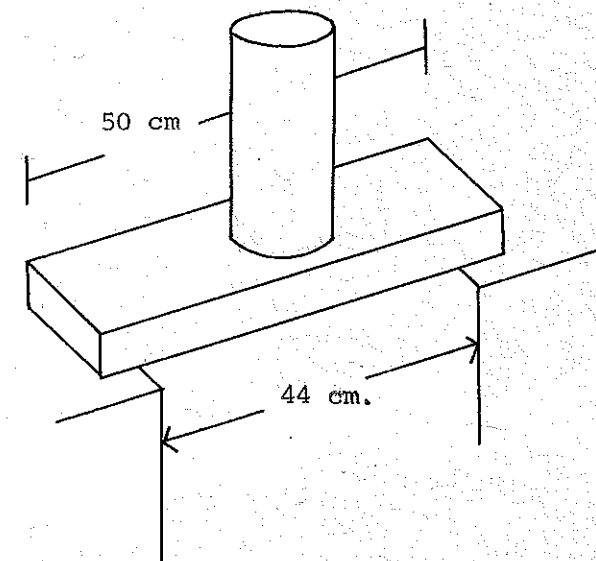
EVALUACION

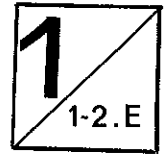
- 1.- El alumno identificará de entre varias proposiciones, qué elementos o materiales pueden ser usados como elementos estructurales y en qué condiciones.
- 2.- El alumno dará los pesos volumétricos K/m^3 de varios materiales y de cargas vivas según reglamento, Podrá consultar su información escrita.
- 3.- El alumno definirá algunos de los conceptos más significativos y los explicará (p.e. inercia, carga, eje neutro, deformación transversal, esfuerzo, reacción, fatiga, etc.) Sin consultar apuntes.
- 4.- El alumno explicará qué es un vínculo, tipos y cuántas restricciones de cada uno de éstos. Sin consultar apuntes.
- 5.- El alumno dimensionará en base a lo observado en obras visitadas únicamente como experiencia dimensional. El ancho de un cimiento para 2 pisos, el grueso de un muro para 3 pisos, una viga de entrepiso dada por condiciones, una columna, etc,

■ Como actividad final



Cada equipo desarrollará un sistema estructural para cubrir un claro de 44 cm. con una capacidad de carga de un cilindro de concreto. como mínimo. La estructura deberá ser de madera balsa hilo y pegamento blanco y no deberá pesar mas de 40 gms.





Funcionará mejor el desarrollo que soporte más carga y ocupe menos material.

Se comprobará con la siguiente relación:

$$f_e = \frac{P}{P_e}$$

f_e = factor de eficiencia

P_e = peso de la estructura

P = carga capaz de soportar al colapso o a un límite de deformación preestablecida

2

CURSO

1. SISTEMAS ISOSTATICOS Y SISTEMAS HIPERESTATICOS
 - 1.1 VINCULOS
 - 1.2 CONCEPTOS: ISOSTATICO, HIPERESTATICO
 - 1.3 ELASTICA
2. VIGAS, COLUMNAS Y CIMENTACION
 - 2.1 VIGAS
 - 2.2 COLUMNAS
 - 2.3 CIMENTACIONES
3. ESTRUCTURAS RETICULARES PLANAS Y TRIDIMENSIONALES
 - 3.1 DESCRIPCION GENERAL
 - 3.2 ESTRUCTURA DE CUERDAS PARALELAS Y TRIANGULAR
 - 3.3 ESTRUCTURA TRIDIMENSIONAL

CONCEPTOS GENERALES

VINCULOS

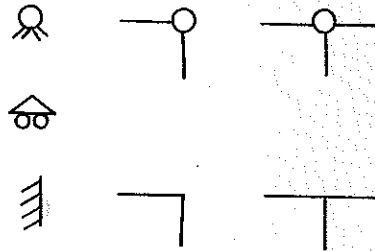
Que son

- tipos: apoyo o patín
 articulación / charnela
 empotramiento
 semiempotramiento por fricción

Qué valores tienen (qué movimientos -
 restringen) + y -

Cómo se cuentan

Cómo se dibujan



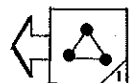
Concepto de reacción en un vínculo



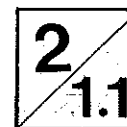
RECOMENDACIONES

- Relación entre apoyo, articulación y empotramiento.
- Dejar clara la diferencia entre cada uno de los conceptos por medio de la explicación y la experimentación.
- Dejar claro el número de restricciones en cada caso.

ACTIVIDADES



Los alumnos saldrán a obras para fotografiar vínculos e identificarlos.



2
1.2

SISTEMAS ISOSTATICOS Y SISTEMAS HIPERESTATICOS

CONCEPTOS ISOSTATICO, HIPOSTATICO E HIPERESTATICO

CONCEPTOS GENERALES

Isostático: Tiene los vínculos necesarios para estar en equilibrio

Hipostático: Le faltan vínculos para equilibrarse

Hiperestático: Tiene mas vínculos de los mínimos necesarios

Qué significa que una estructura sea hiperestática.

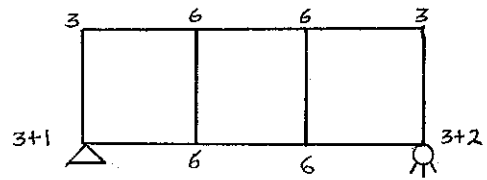
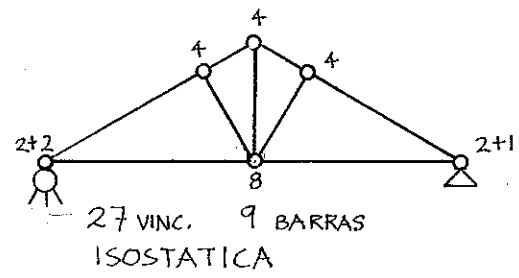
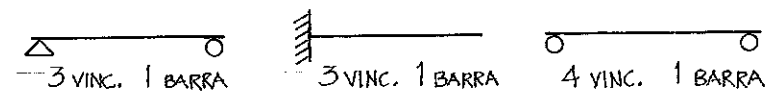
- más rígida
- menos deformable
- más eficiente

Cómo maneja las fuerzas horizontales

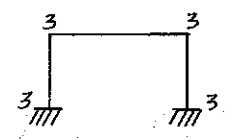
Concepto de; Edificio alto=columna
 Nodo
 Marco rígido*

RECOMENDACIONES

Para que el alumno sepa definir el tipo de estaticidad se harán en el pizarron algunos ejemplos como:



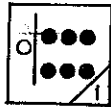
39 VINC. 10 BARRAS
 $10 \times 3 = 30, 9 \text{ VINC.}$
 HIPERESTATICA



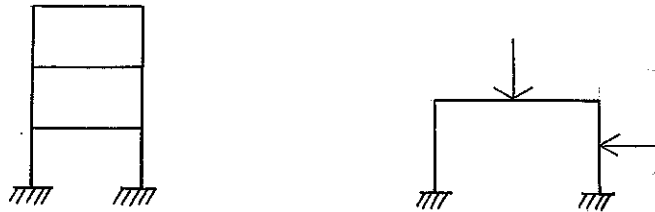
12 VIN. 3 BARRAS
 $3 \times 3 = 9, 3 \text{ VINC.}$
 HIPERESTATICA.

*Se explicará sólo como ejemplo de comparación con lo isostático sin profundizar.
 cfr. Curso SEP/IV

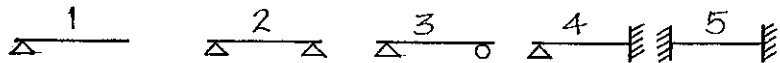
ACTIVIDADES



Ver un modelo de marco rígido llevado por el maestro donde se explique que la flecha o la deformación es la expresión de la rigidez del elemento.



En el tablero de ensaye el maestro hará la siguiente secuencia para demostrar el funcionamiento de la vinculación



Los alumnos practicarán con modelos indicando condiciones de vinculación y carga. Y observarán el comportamiento del sistema o del elemento en cuestión (reacciones, deformaciones y puntos de inflexión) y los alumnos harán un análisis comparativo de deformaciones entre vigas libremente apoyadas con o sin voladizos, continua, empotrada y en marco, buscando evidenciar el cambio de resistencia (rigidez) al cambiar las condiciones de vinculación

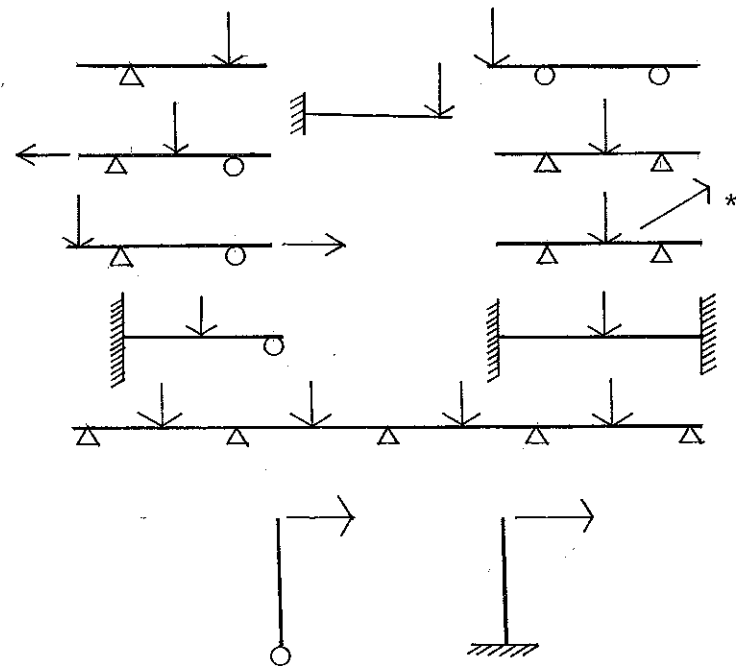
Materiales

1. Tablero de Ensayé
2. Tres tiras de madera balsa de 50 cm X 1 cm. X 2 mm.
3. Hilo, clips y pesos
4. Clavos

2
1.2

NOTA:

Hacer énfasis en la variación de las flechas según el tipo y lugar de vínculo y carga.



Se aplicarán diferentes tipos de cargas variando su posición.

* En este ejercicio los alumnos descubrirán la falta de una reacción horizontal, al deslizarse la viga con la carga inclinada y deberán resolver con una charnela, igualmente encontrar la razón de que existan reacciones negativas.

2
1.3

SISTEMAS ISOSTATICOS Y SISTEMAS HIPERESTATICOS

ELASTICA

CONCEPTOS GENERALES

Diagramas de momentos

Puntos de inflexión, flecha máxima, giro.

Momento máximo (o. visual)

Momento en el apoyo (obs. visual)

Zona de tensión y compresión

Relación entre diagrama flector, cortante y deformación

RECOMENDACIONES

Este tema puede verse en forma simultánea con el anterior pero gradualmente.

Hacer énfasis en la relación existente entre la elástica (deformación) y los esfuerzos flectores y cortantes y establecer algunas reglas básicas de relación.

P. ej. flecha máxima \rightarrow momento máximo

\rightarrow cortante cero.

carga concentrada \rightarrow digrama rectilineo

P R I M E R G R A D O

carga uniforme \rightarrow diagrama parabólico

S E G U N D O G R A D O

ACTIVIDADES

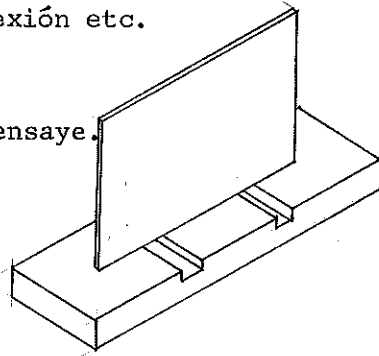


Los alumnos practicarán con modelos indicando condiciones de vinculación y carga.

Y dibujarán el esquema con los diagramas de momento definiendo la forma del diagrama. y punto de inflexión etc.

Materiales:

1.- Tablero de ensaye.



2.- 3 Tiras de madera balsa de 50 cms. X 1 cm. X 2 mm.

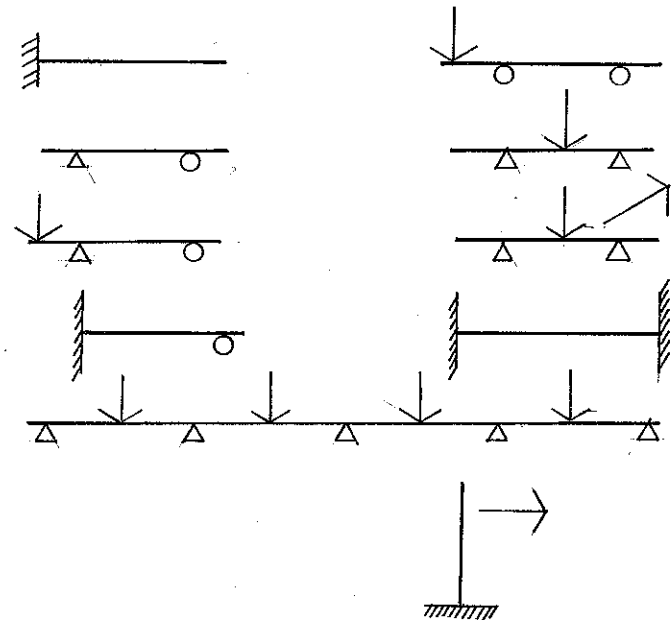
3.- Hilo, clips y pesos.

4.- Clavos.

5.- Hojas y lápiz.

Las hojas, preferentemente papael milimétrico, se pondrán sobre el tablero y en ellas se trazarán las deformaciones mostradas por las tiras de madera.

2
1.3



Se aplicarán cargas variando su posición y cantidad.

- 1.- El alumno sabrá identificar si un elemento o sistema estructural es isostático o no. Y podrá intuir la geometría de su deformación (la elástica).
- 2.- Conocerá y sabrá explicar cualquier vínculo.
- 3.- Conocerá y podrá explicar los conceptos de viga, viga continua, voladizo, articulación nudo y marco rígido.

- 3.- Definición y explicación de vínculos:

Qué es un patín ?

una viga?

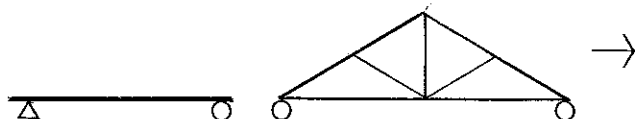
un nudo?

un marco rígido?

una estructura reticular?

Ejemplos de evaluación.

- 1.- Define si son hipostáticos, isostáticos o hiperestáticos los siguientes ejemplos:



- 2.- Cómo es la geometría de la deformación (elástica) de:

En base a los ejemplos vistos en clase.



CONCEPTOS GENERALES

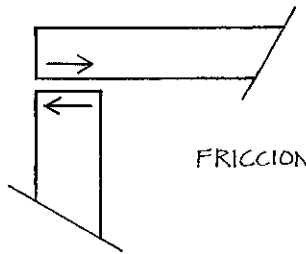
Momento de inercia

Viga

- 1.- Librementemente apoyada con o sin voladizos
- 2.- Contínua.
- 3.- Empotrada.

Deslizamiento necesidad de charnela, fricción en los apoyos.

La fricción producida por las cargas verticales en los apoyos puede en un momento dado sustituir a la charnela.

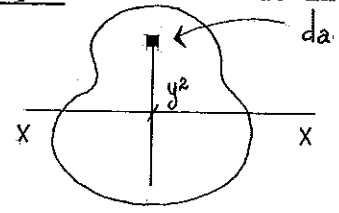


FRICCION EN EL APOYO

RECOMENDACIONES

Se explicará el concepto de momento de inercia

$$I = \int da y^2$$



Se explicará su significado en relación con la resistencia del elemento. "es la medición de la resistencia de un elemento estructural a dejarse doblar o no, en función de la geometría de la sección.

Se explicará la relación de I y el pandeo en las vigas.

Se explicará la relación de E y el pandeo en las vigas. para aclarar esto hacer mención a "la medición de la resistencia de un elemento estructural a dejarse doblar o no en función de la calidad del material" → fatiga y/o modulo elástico.

Se hará especial énfasis en los 3 factores que definen la resistencia de un elemento dado, un mismo claro y una condición de carga semejante.

- a) Su vinculación
- b) El material
- c) La sección



"E" Módulo elástico.

"I" Momento de inercia.

ACTIVIDADES



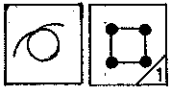
Los alumnos harán experimentos con diferentes secciones en madera balsa, según instrucciones del maestro.

Compararán las deformaciones en cada caso.

Siempre usando la misma area de la sección.

Materiales.

- 1.- Tablero de ensaye.
- 2.- 3 Tiras de madera balsa de 50 cms. X 1 cm. X 2 mm.
- 3.-Hilo, clips y pesos.
- 4.- Clavos.



El equipo buscará la sección más eficiente para un claro de 50 cm. y una carga definida y medirá la flecha (advertir problemas de pandeo lateral)

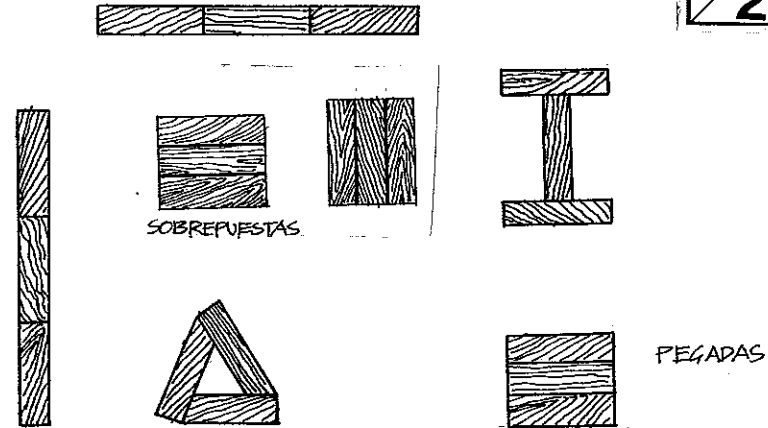
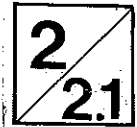
Materiales.

- 1.- Madera balsa
- 2.- Hilo, clips, pegamento blanco
- 3.- Pesos.

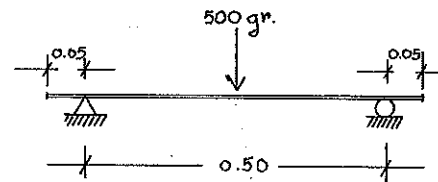


NOTA: Si los alumnos han comprendido el concepto sus soluciones tenderán a hacer una viga reticular.

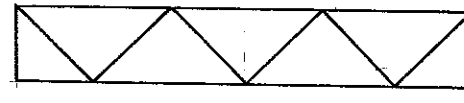
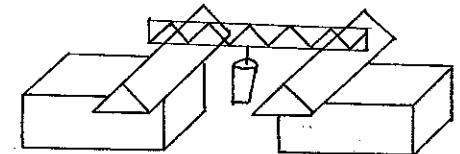
Areas iguales en todos los casos.



Ensayar estas vigas y comparar deformaciones, se recomienda un claro mínimo de 40 cm.



Hacer notar a los alumnos que su modelo debe usar la menor cantidad de materiales



ACTIVIDADES

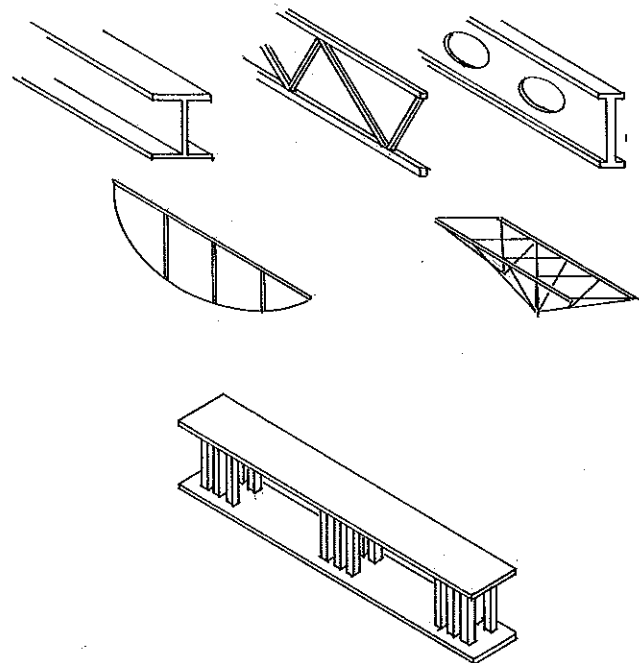
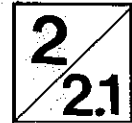
El maestro inducirá a cada equipo en una posible alternativa sin darle la solución.

Se medirá la eficiencia del elemento propuesto.

$$E = \frac{\text{carga}}{\text{peso del elemento} \times \text{Flecha}}$$

El maestro indicará refuerzos en los puntos de falla para aumentar la resistencia sin - aumentar mucho el peso para poner en evidencia las mejorías exclusivamente por efecto del momento de Inercia. No se pretende llegar a la ruptura. Las fallas típicas son por cortante en los puntos de pegamento y por pandeo lateral por falta de contraventeo.

Posibles soluciones.



CONCEPTOS GENERALES

- Radio de giro

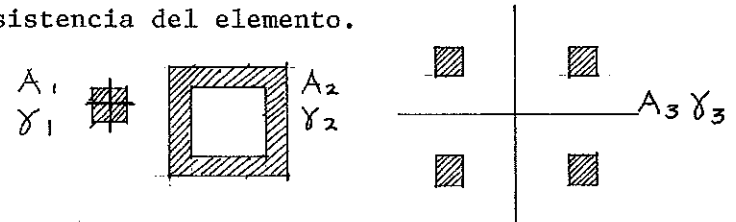
- Columnas
Esbeltez
Flamdeo

RECOMENDACIONES

Se explicará el concepto de radio de giro.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \text{ por definición matemática}$$



Se explicará su significado en relación con la resistencia del elemento.



$$A_1 = A_2 = A_3 \quad \gamma_1 < \gamma_2 < \gamma_3$$

Flamdeo en columnas

Continuar haciendo énfasis con los 3 factores que definen la resistencia de un elemento, dados un mismo claro y una condición similar de carga.

- . Su vinculación   |
- . El material "E" módulo de elasticidad
- . La sección "r" radio de giro
- . La longitud "l"

Relacionadas dan la medida de la esbeltez " λ "

$$\lambda = \frac{l}{r}$$

ACTIVIDADES



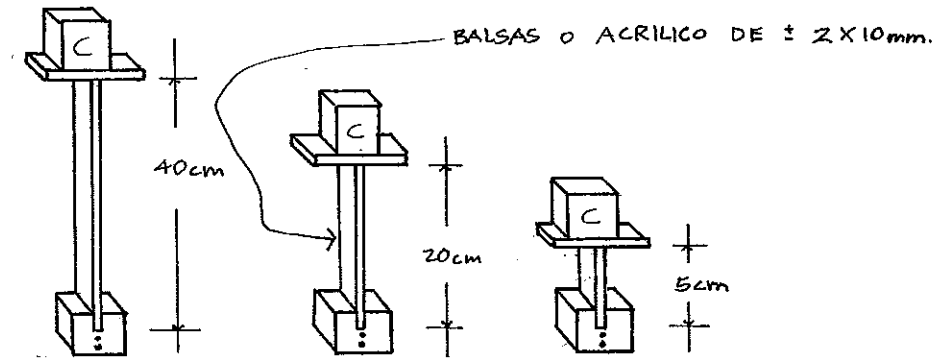
Los alumnos harán experimentos con columnas de sección igual pero diferentes según instrucciones del maestro. (Variar vinculación, longitud, radio de giro).
compararán las deformaciones en cada caso.

Materiales.

1. tablero de ensaye.
2. secciones de madera balsa y acrílico. dimensiones señaladas en cada caso.
3. cargas.

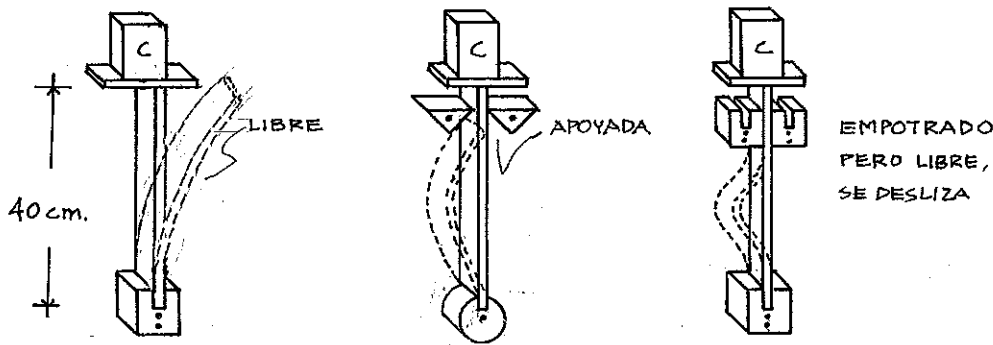


Sugerencia para variación de longitud.



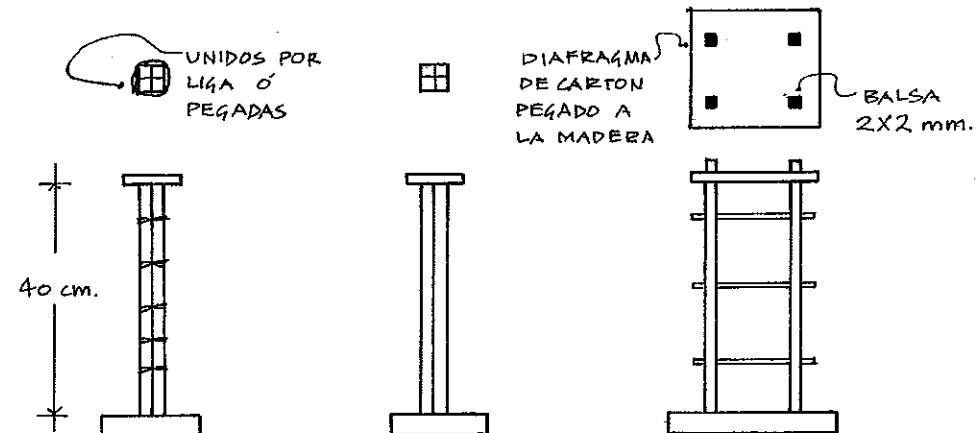
APOYOS FIJADOS AL MAQUETOGRAFO

Sugerencia para variación de vinculación

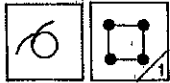


APOYOS FIJADOS AL MAQUETOGRAFO

Sugerencia para variación de radio de giro.



ACTIVIDADES



El equipo diseñará una columna de 0.80 ms. de altura con una capacidad mínima para -- sostener 1 cilindro de concreto con el mínimo de material posible

Posteriormente se aumentará su carga hasta la - falla.

Se medirá la eficiencia de la estructura.

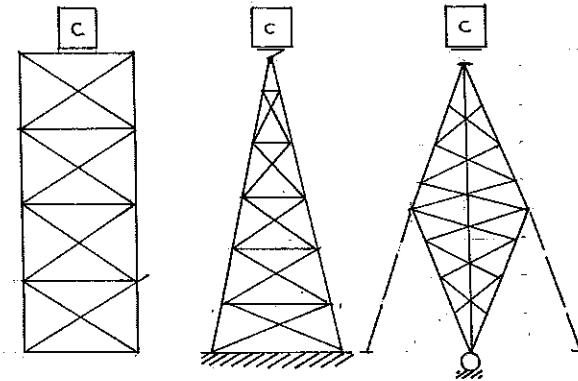
$$e = \frac{\text{carga}}{\text{peso de la estructura}}$$

En el caso de falla se observará dónde empezó y por qué y cómo se hubiera evitado.

Hacer incapié en que el equipo resuelva muy bien la base, ya que se ha visto que se descuida, y la columna falla por falta de esta base.

Cuidar que el contraventeo sea de madera en los elementos a compresión y de hilo en los elementos a tensión y que sea triangulado.

Algunas posibles soluciones,



2
2.3

VIGAS COLUMNAS Y CIMENTACIONES

CIMENTACIONES

CONCEPTOS GENERALES

Suelos

Terminología

Terreno homogéneo
Terreno heterogéneo
Capa ó estrato
Nivel de aguas freáticas
Bulbo de presiones
Corte geológico
Lente

Estudio de mecánica de suelos qué es, quién lo hace, cómo, qué información da, para qué.

Suelos típicos de Guadalajara.

Cimentación.

Qué es?

Para que sirve?

Qué debe cumplir una cimentación?

- zapatas
- planchas o lozas de cimentación corrida
- renchido
- suelo cemento
- pilotes de fricción, y/o de contacto (Palafitos)
- flotante o por sustitución
- pozos chinos
- etc.

RECOMENDACIONES

Se explicarán la prueba del "taconazo" y la verificación de arena en arenas por medio de las manos.

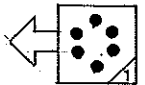
Existe en el laboratorio de resistencia de materiales de Ing. material fotoelástico para ver físicamente los bulbos de presiones.

El maestro expondrá de una manera general y básicamente como información los sistemas de cimentación, y en dónde y cómo se usan.

ACTIVIDADES



Ver un reporte de mecánica de suelos y analizar su información.



Visitar una obra en proceso de excavación para ver la estratificación del terreno.



Hacer modelos de cimentación para diferentes tipos de suelos.

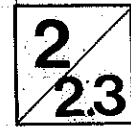
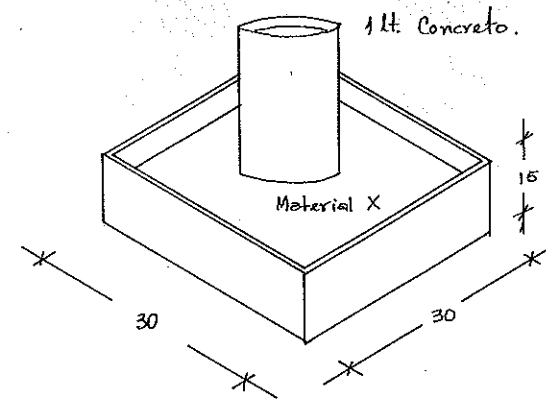
Materiales.

- 1.- Una caja de 30 cm X 30 cm X 15 cm. (que resista el agua).
- 2.- Lodo hecho con tierra vegetal y bastante agua.
- 3.- Arena
- 4.- Una gelatina o plastilina
- 5.- Otro.
- 6.- Los materiales que se consideren necesarios para elaborar la cimentación.
- 7.- Un litro de concreto colado en un recipiente de plástico.

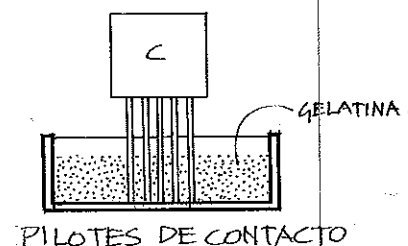
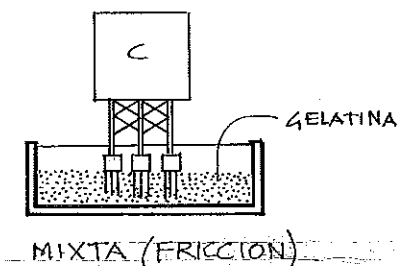
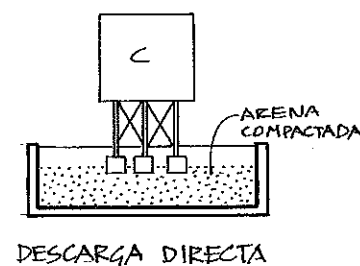
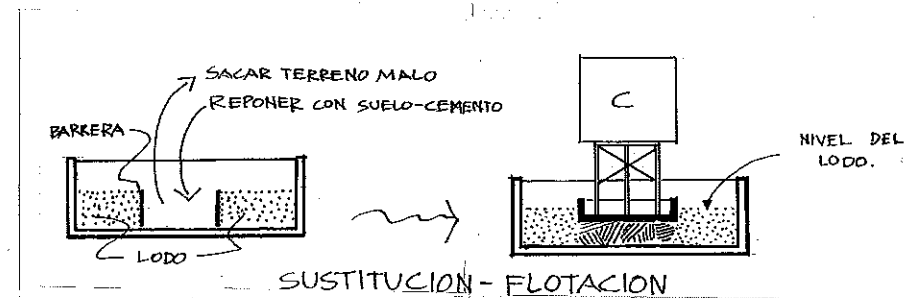
El equipo diseñará una cimentación para soportar el litro de concreto sobre:

- Lodo
- Arena
- Gelatina
- Otro

El maestro utilizará el recipiente con el material de "suelo" propuesto (lodo, arena etc.) y colocará la carga sin la preparación de cimentación y los alumnos observarán que se ladea o se hunde, entonces buscarán una solución al problema con la orientación del maestro.



Ejercicios sugeridos y posibles soluciones:

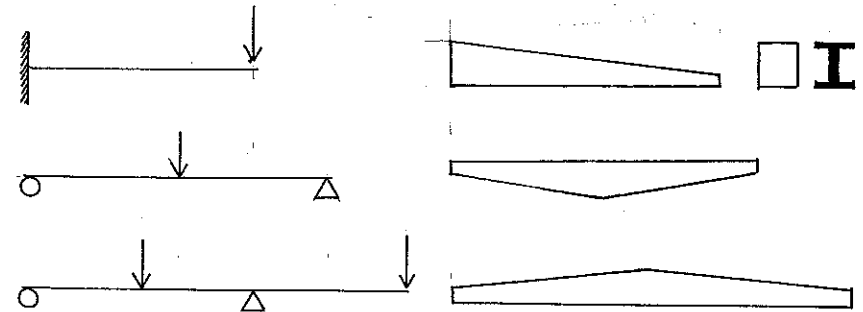


- 1.- El alumno sabrá el modo de utilización de las vigas, podrá explicar su funcionamiento y su elástica, su diagrama deflector y sabrá qué vinculación deberá tener para un sistema de estructura y cargas dado.
- 2.- Conocerá el concepto de inercia y sabrá tomar decisiones en cuanto a la geometría de una sección y sabrá qué sección es más eficiente para acero, concreto armado o madera.
- 3.- Conocerá el uso y funcionamiento de una columna, su comportamiento bajo cargas horizontales y verticales, el efecto de la esbeltez y cómo las diferentes vinculaciones modifican su comportamiento.
- 4.- Estará informado y podrá describir e identificar los tipos de suelos y cimentaciones más comunes y en qué casos se usan, y sus principios de funcionamiento.

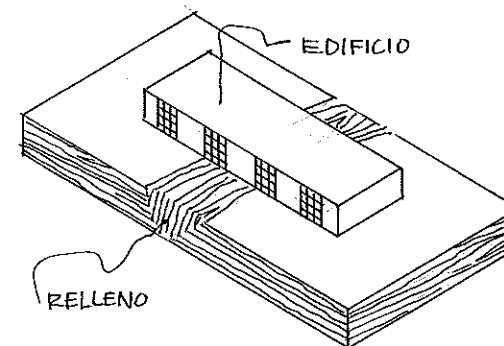
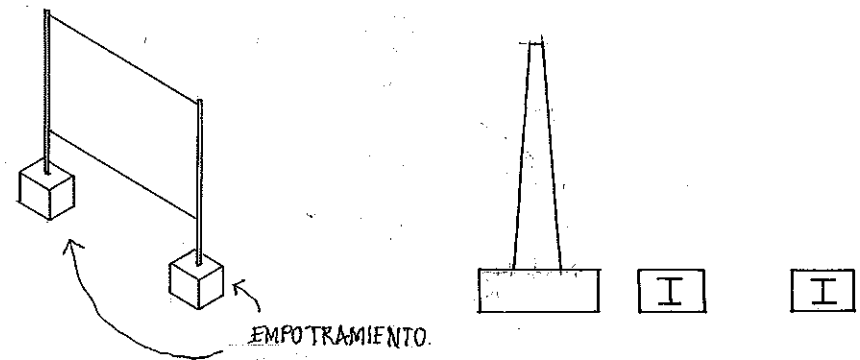
EJEMPLOS DE EVALUACION



- 1.- El alumno hará los diagramas de momentos y diseñará la sección más eficiente para soportar la carga bajo las condiciones - de vinculación de las siguientes vigas.
- 2.- El alumno hará los diagramas de momentos y diseñará la sección más eficiente de - los dos pares de columnas que sostienen un anuncio (tipo vendor)
- 3.- El alumno propondrá un sistema de cimentación para un edificio de proporción ho rizantal cuya planta atraviesa una zona de relleno.



ALGUNAS RESPUESTAS ESPERADAS



2
3.1

ESTRUCTURAS RETICULARES PLANAS Y TRIDIMENSIONALES

DESCRIPCION GENERAL

CONCEPTOS GENERALES

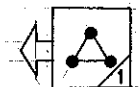
ESTRUCTURAS RETICULARES

- ° Qué son?
- ° Para qué se usan?
- ° De qué materiales se hacen?
- ° Qué tipo de cubiertas se aplican sobre las estructuras reticulares?

RECOMENDACIONES

El maestro expondrá los conceptos de una manera general y básicamente como información.

ACTIVIDADES



Los alumnos saldrán a localizar obras hechas con estructuras reticulares, medirán claros y perfiles y examinarán los procedimientos constructivos (Nota: hacer referencia a - clase de construcción)

2
3.1

Presentarán un trabajo con fotos y/o dibujos donde expresen el concepto estructural, tipos de elementos (perfiles) etc. y observe la relación de esbeltez y claro, la vinculación, la separación entre armaduras, los elementos armadura principales/secundarias

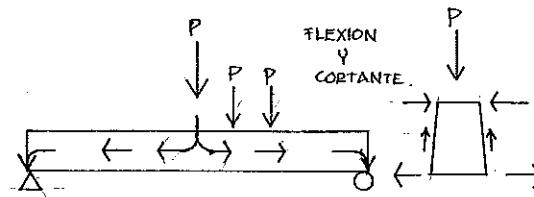
- columnas
- cimentación
- cubierta
- etc.

y el sistema constructivo.

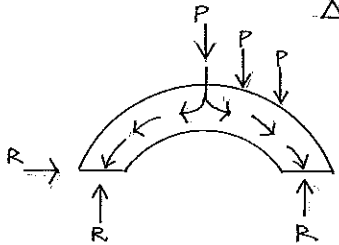
CONCEPTOS GENERALES

- Diferencias entre los conceptos de funcionamiento estructural de

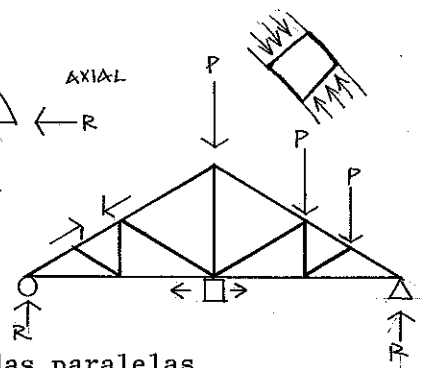
viga de fierro sólido



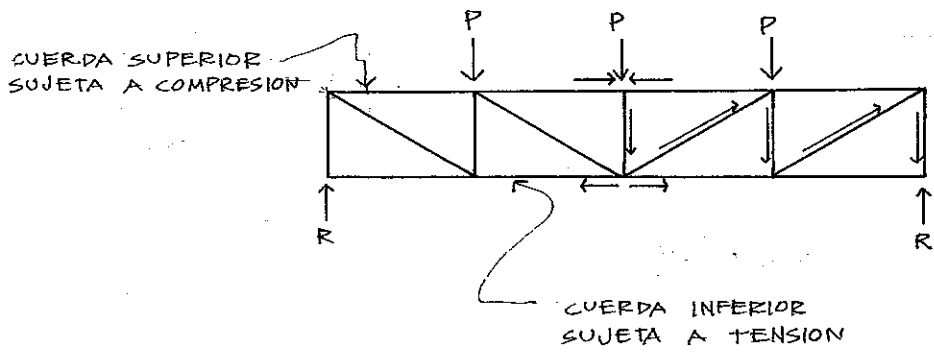
arco



estructura reticular

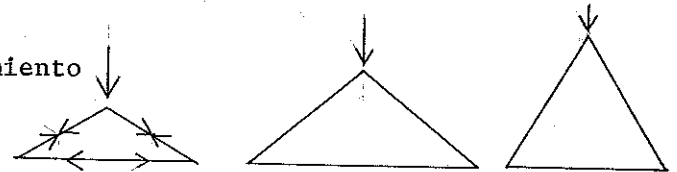


- La estructura de cuerdas paralelas

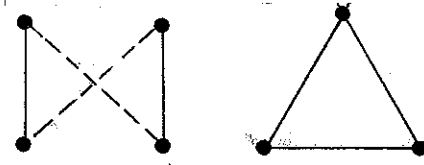
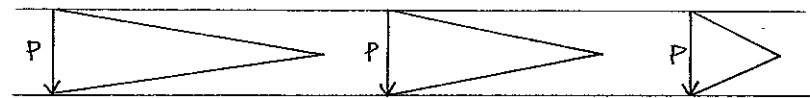


- la estructura triangular

Funcionamiento



a mayor peralte menor esfuerzo en elementos a tensión y compresión



Pandeo

Contravientos:
estructura reticular
triangular

RECOMENDACIONES

El maestro explicará estas diferencias por medio de transparencias.

ACTIVIDADES



Proyección de diapositivas del libro de - sistemas de estructuras.



Los equipos harán experimentos con módulos de estructuras reticulares planas.

Observarán qué elementos trabajan y cuáles no y con qué tipo de esfuerzo trabaja cada elemento.

El equipo decidirá si se puede cortar algún elemento y lo hará.

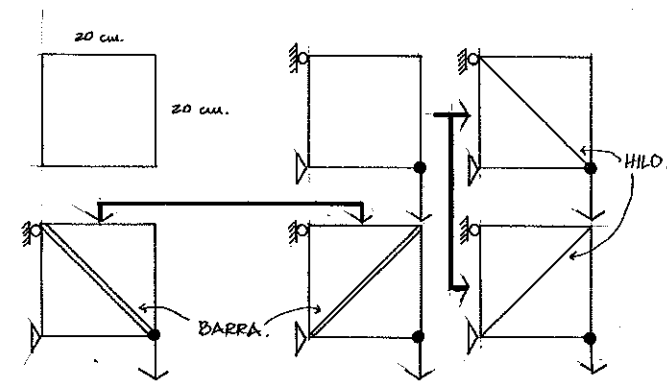
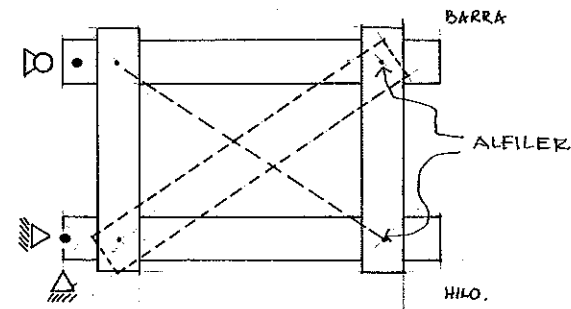
Materiales:

- 1.- Tablero de ensaye
- 2.- Varias tiras de madera balsa de 25 cms. de largo y de sección

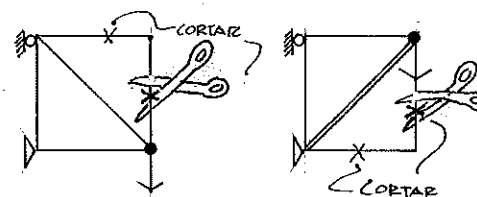
3.- Hilo

4.- Alfileres.

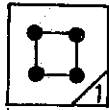
2
3.2



En este caso el maestro tendrá cuidado de que se note que el elemento diagonal rígido trabaja a TENSION



ACTIVIDADES



El equipo hará experimentos con algunos tipos de sistemas de estructuras reticulares planas.

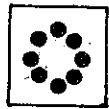
Los modelos serán elaborados de tal manera que se puedan observar los esfuerzos dentro de las barras de las armaduras y en los nudos.

Se estudiarán con diferentes cargas en cuanto a ubicación.

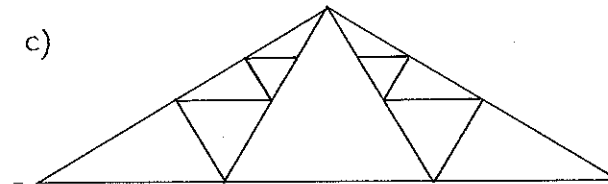
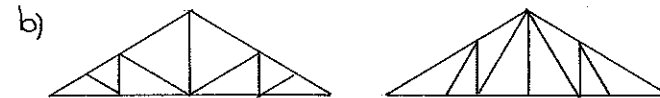
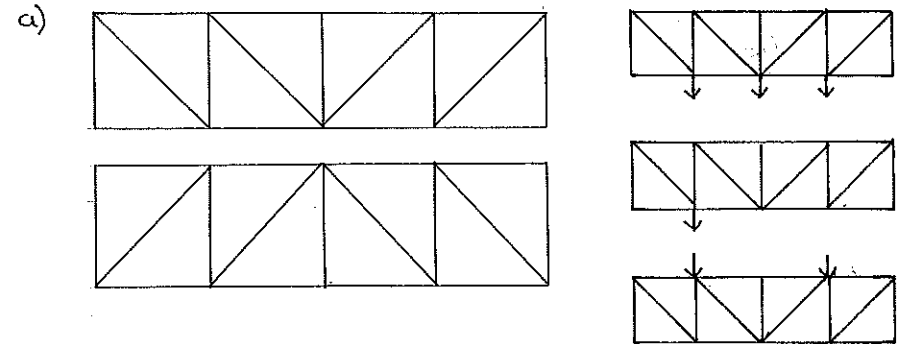
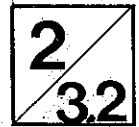
MATERIALES:

Los modelos serán de madera balsa, los materiales que se utilicen para evidenciar los esfuerzos en las barras y en los nudos serán libres, pero se recomienda que los elementos que se suponen a compresión sean ■ y los elementos a tensión sean ▮, eventualmente se podría sustituir los elementos a tensión por hilo.

El maestro pedirá se eliminen los elementos que no trabajen según las condiciones de carga y de diseño para eficientar al máximo el modelo.

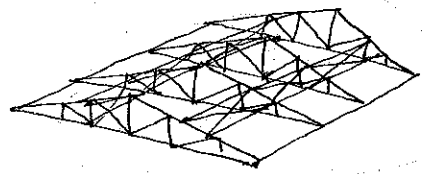


Se expondrán los resultados obtenidos en una puesta en común.

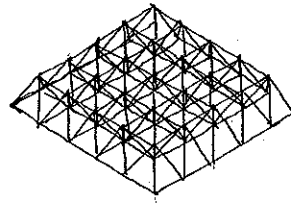


CONCEPTOS

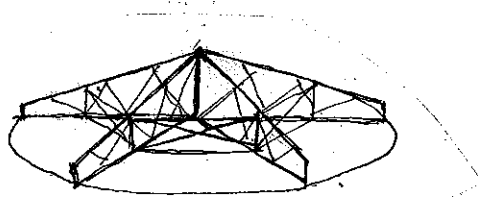
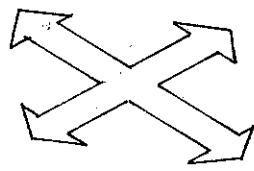
Sistemas estructurales reticulares.



LINEAL



TRIDIMENCIONAL



RADIAL

Qué son?

Para qué sirven?

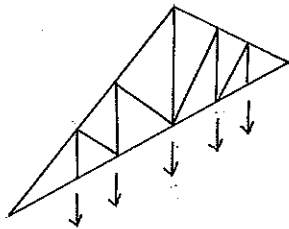
Cuándo se usan?

ACTIVIDADES



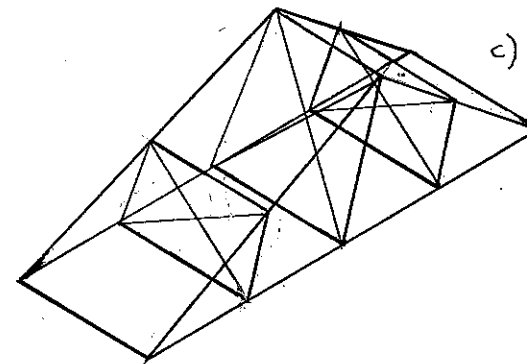
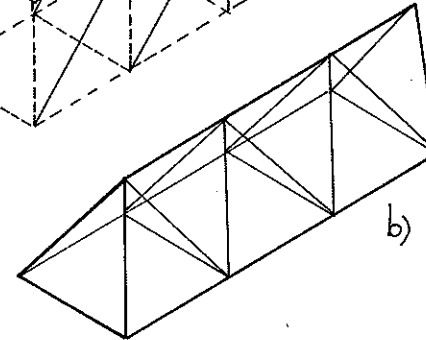
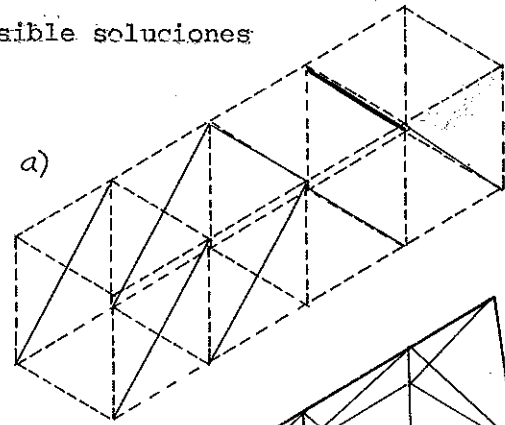
Los equipos harán experimentos con estructuras reticulares bidimensionales con contravientos hasta llegar a la tridimensional.

Se les planteará el problema del pandeo lateral, y los alumnos buscarán la solución.



Solo trabaja eficientemente si esta soportada lateralmente.

Posible soluciones



2
3.3

2
3-E

ESTRUCTURAS RETICULARES PLANAS Y TRIDIMENSIONALES

EVALUACION

- 1.- El alumno sabrá para qué sirven las estructuras reticulares y cuando usarlas.
- 2.- El alumno sabrá identificar en términos generales (tensión y compresión).
- 3.- El alumno tendrá el criterio necesario para prediseñar una estructura, tanto en su peralte general como en la posición más adecuada de sus elementos internos.

Esta evaluación se hará sobre los modelos --
construidos por los alumnos.



TRABAJO FINAL



El equipo hará una estructura reticular que de
berá soportar un cilindro de concreto

Se evaluará la eficiencia

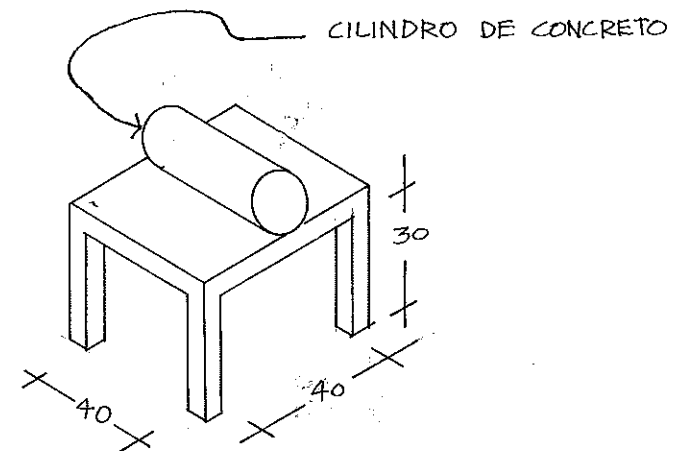
$$\text{eficiencia} = \frac{\text{Peso del cilindro}}{\text{Peso de la estructura}}$$

Materiales:

Madera balsa

Hilo

Pegamento blanco



3

CURSO

1. SISTEMAS COLGANTES

1.1. VECTORES, POLIGONO FUNICULAR

1.2. SISTEMAS COLGANTES PLANOS

1.3. SISTEMAS COLGANTES ESPACIALES

2. ARCOS

2.1. EL ARCO-CONCEPTOS

2.2. EL ARCO-ANALISIS

2.3. EL ARCO-FISICAMENTE

3
1.1

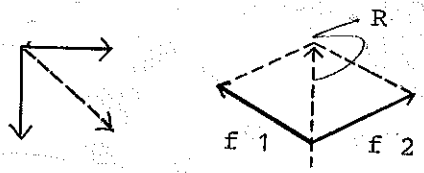
SISTEMAS COLGANTES

VECTORES, POLIGONO FUNICULAR

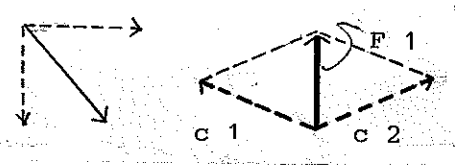
CONCEPTOS GENERALES

Concepto de Vector, qué es para qué cómo se usa.

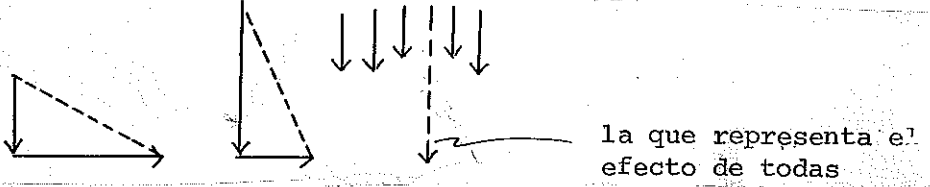
Composición de fuerzas



Descomposición



Resultante de un sistema de fuerzas



Polígono funicular:
 forma de la funicular
 distancia polar, sus efectos al variarla
 componentes de las fuerzas
 resultantes = centro de gravedad
 reacciones en una viga

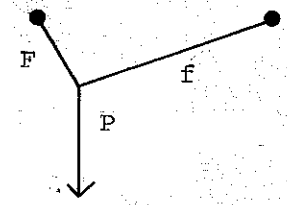
RECOMENDACIONES.

Se explicará de una manera general y mediante procedimientos GRAFICOS.

Se utilizarán hilos y pesos para hacer experiencias que hagan evidente el comportamiento.

El maestro explicará en el pizarrón, el comportamiento y uso del método gráfico del polígono funicular, haciendo especial referencia a que un cambio en la distancia polar, cambia la forma de la funicular y los valores de los esfuerzos.

Advertencia: El alumno tiende a confundir la geometría con los valores a escala de las fuerzas



Geometría de la Estructura

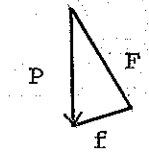


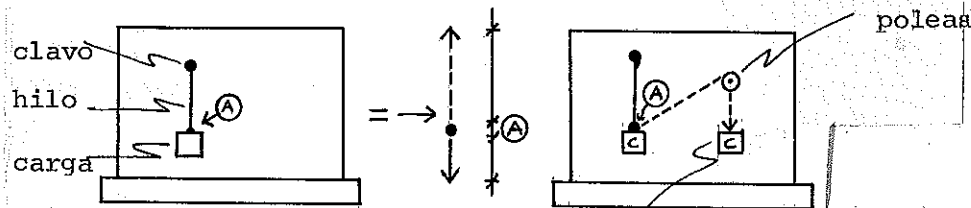
Diagrama de Fuerzas

ACTIVIDADES.

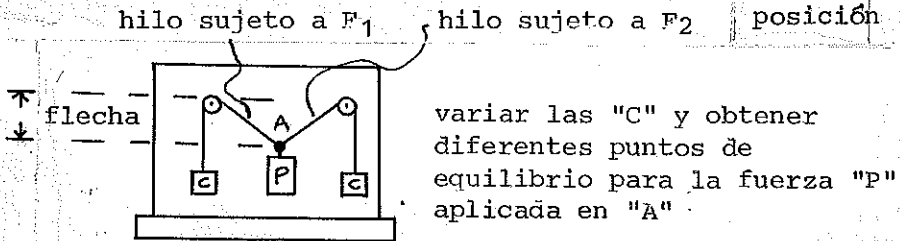


Cada grupo tendrá, hilo delgado, clips, poleas y cargas (tuercas grandes o baterías o similar) y su tablero de experimentación "maquetógrafo" papel cuadriculado,

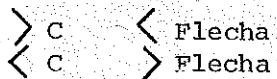
Ejemplos de ejercicios de vectores.



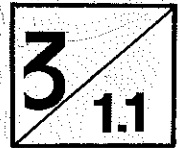
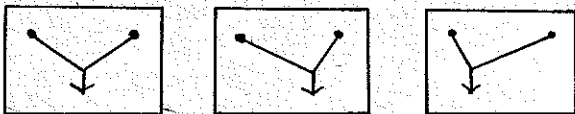
cambiar de p y el punto A cambiará de posición



variar las "C" y obtener diferentes puntos de equilibrio para la fuerza "P" aplicada en "A"



Desplazar lateralmente la P y comparar las variaciones de F_1 y F_2

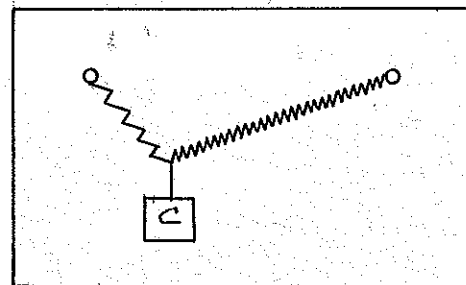


Los alumnos harán el ejercicio y reproducirán en dibujo (polígono de fuerzas, lo que sucedió en el tablero).

Los alumnos sacarán conclusiones sobre la magnitud de las fuerzas y la flecha de la estructura.

Ejercicios alternativos:

- A se podrán utilizar dinamómetros de baja escala en vez del hilo
- B podrá usarse también un resorte de 30 a 50 cmts. y con el se reproducirá un sistema de fuerzas, y en base a las diferencias de estiramiento se verán las diferencias de esfuerzos, se podrá manipular el resorte en sus apoyos para lograr direcciones paralelas a un modelo con hilo.



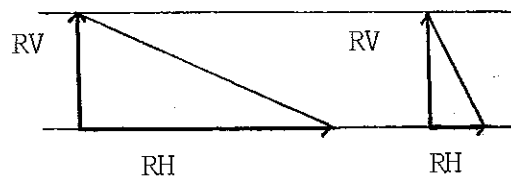
3
1.1

SISTEMAS COLGANTES

VECTORES, POLIGONO FUNICULAR.

RECOMENDACIONES

El alumno se confunde cuando los valores de las reacciones horizontales (RH) cambian por reducir o aumentar la longitud del cable y el valor de las reacciones verticales (RV) no se altera; aclarar que lo que se altera es la tensión del cable, (por lo tanto puede modificarse su diámetro) las solicitaciones (cargas) no varían por lo que las reacciones (RV) para sostenerlas no se alterarán.



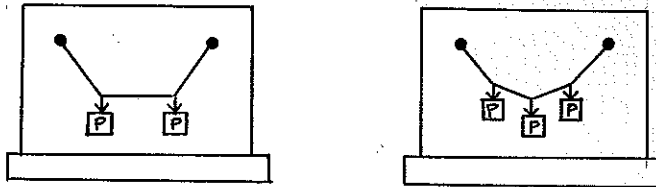
Mismas R.V. distintas R.H.

Para polígono funicular:

Los alumnos moverán las fuerzas "p", las incrementarán en cuanto a su valor y en cuanto a su cantidad, y luego harán los polígonos funiculares correspondientes "descubriendo" la ubicación del "polo", según las inclinaciones del funículo.

Repetirán alguno de los ejercicios con longitud del cable más corta y más larga.

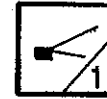
El papel cuadriculado fijado al maquetógrafo servirá para graficar y hacer las comparaciones



Hacer alteraciones en la longitud y en la ubicación de las fuerzas.

Hacer polígono funicular a partir de las direcciones de los hilos para ver la magnitud de las fuerzas

3
1.1



Presentación de diapositivas del capítulo referente del libro de Sistemas de Estructuras.

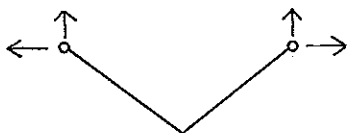
Se hará referencia a lo ya visto y se presentarán estructuras colgantes diversas para estimular su imaginación, e informarlos de las posibilidades sobre el problema de los vínculos (reacciones horizontales) "cables portantes" y necesidad de estabilizar con "cables estabilizadores".

Se explicará cuáles son los usos típicos de estas estructuras y se ilustrará con ejemplos reales locales.

CONCEPTOS GENERALES.

Sistema colgante plano (2 dimensiones)

Análisis de reacciones



Forma del cable; según las cargas y según su longitud y variación de los esfuerzos del cable.

corto — más grandes esfuerzos

largo — más chicos esfuerzos

cable portante

cable estabilizador

Elementos auxiliares de unión entre portante y

estabilizador

a) de tensión

b) de compresión

RECOMENDACIONES.

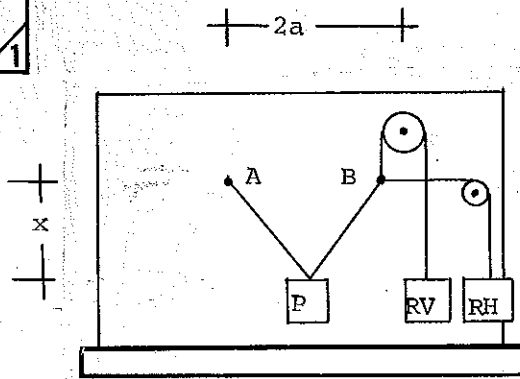
El maestro hará notar, que en un proyecto arquitectónico con cubierta colgante, los apoyos deben estar capacitados para recibir grandes fuerzas horizontales.

Se insistirá en que la forma de la cubierta dependerá de la distribución de las cargas.

"la estructura tomará la forma que mas convenga"

En caso de que algún equipo resulte muy eficaz y sus ideas sean interesantes se recomienda que, despues de hacer su trabajo este equipo se distribuya entre los otros y aporte sugerencias y auxilio al trabajo por realizar y/o expongan a los demas su experiencia.

ACTIVIDADES.



El punto "A" es el soporte de la estructura.
 El punto "B" se fijará en el tablero únicamente dibujado, y el alumno buscará las reacciones adecuadas para equilibrar el sistema y lograr que el cable portante, quede en su lugar.

Hacer las siguientes variaciones:

1. $x = a$ y $P = 1, p = 2$
2. $x = 2a$ y $P = 1, P = 2$
3. $x = \frac{1}{2}a$ y $P = 1, P = 2$

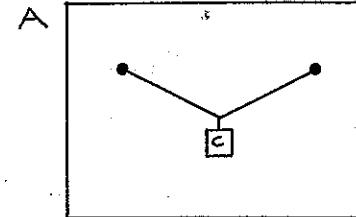
RH = variable

RV = $P/2$

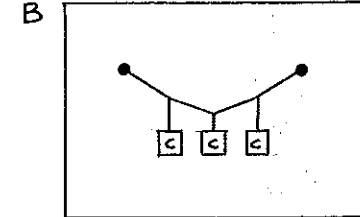
Explicar que A y B son =



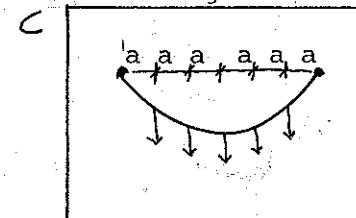
Se harán evidentes los valores de las reacciones (la fricción de las poleas puede ser un factor que engañe un poco en el ejercicio, por lo que se recomienda utilizar cargas importantes para minimizar la fricción y cuidar que las poleas realmente funcionen.)



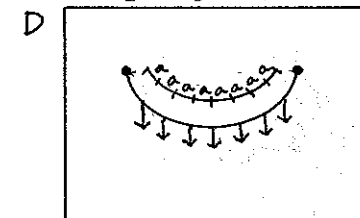
triángulo



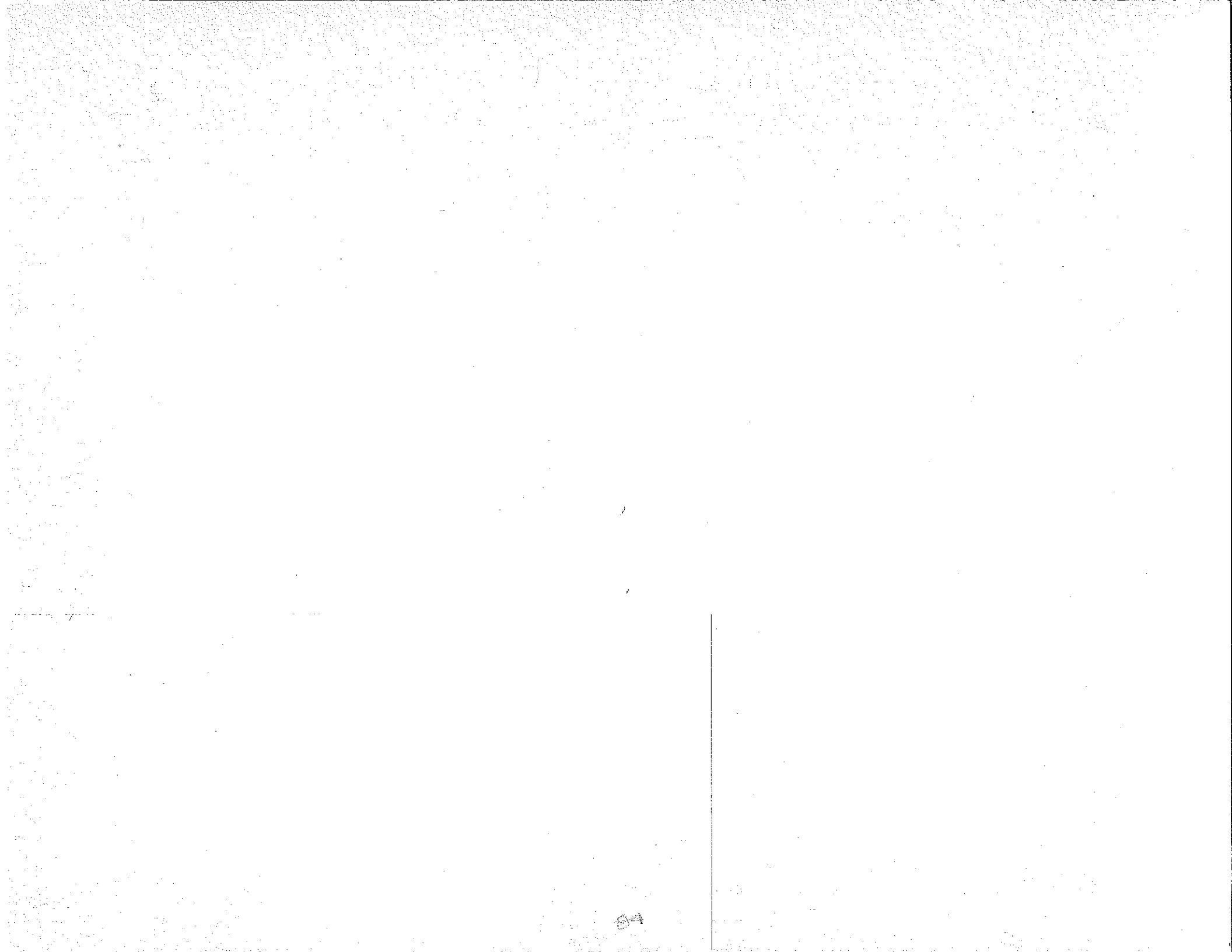
polígono



tiende a parábola



tiende a elipse



ACTIVIDADES.

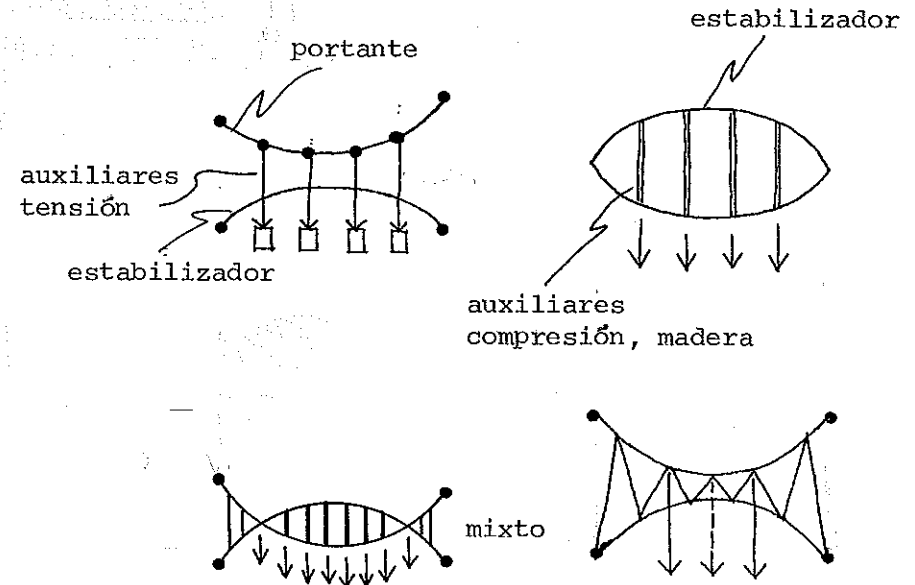
I. En cada ejercicio A, B, y C hará variaciones de la longitud del cable y sacará los valores de las fuerzas.

II. Se usará igual longitud de cable en los 4 modelos.

1. Comparar forma que toma el cable A, B, C, y D
2. Calcular valor de esfuerzos en A, B, y C y comparar
3. Comparar la forma del cable en C, y D

El objetivo es que el alumno conozca que hay una forma específica ideal para cada sistema de fuerzas y que si se quiere modificar la forma requiere de añadir una fuerza.

El alumno identificará la forma que toma el cable según la cantidad de cargas y al aplicar una fuerza sísmica (mover el tablero) se verá que no es una estructura estable, por lo que hace falta el estabilizador.



Una vez estabilizadas; los alumnos constatarán que:

- 1.- Ante un sismo, según el plano de la estructura ésta, ya es estable.
- 2.- Una variación pequeña de las cargas no afecta la forma de la estructura (p.e. un hombre caminando por una cubierta de éstas).
- 3.- Que lateralmente siguen teniendo problemas de estabilidad.



SISTEMAS COLGANTES

CONCEPTOS GENERALES.

La necesidad de considerar la estructura como una entidad tridimensional, no sale únicamente de la forma arquitectónica, sino de las fuerzas que actúan en las tres dimensiones, (sismo, viento, pandeo lateral)

Sistemas espaciales lineales

Sistemas espaciales radiales

Sistemas espaciales varios

paraboloide colgante
o silla de montar.

SISTEMAS COLGANTES ESPACIALES

RECOMENDACIONES.

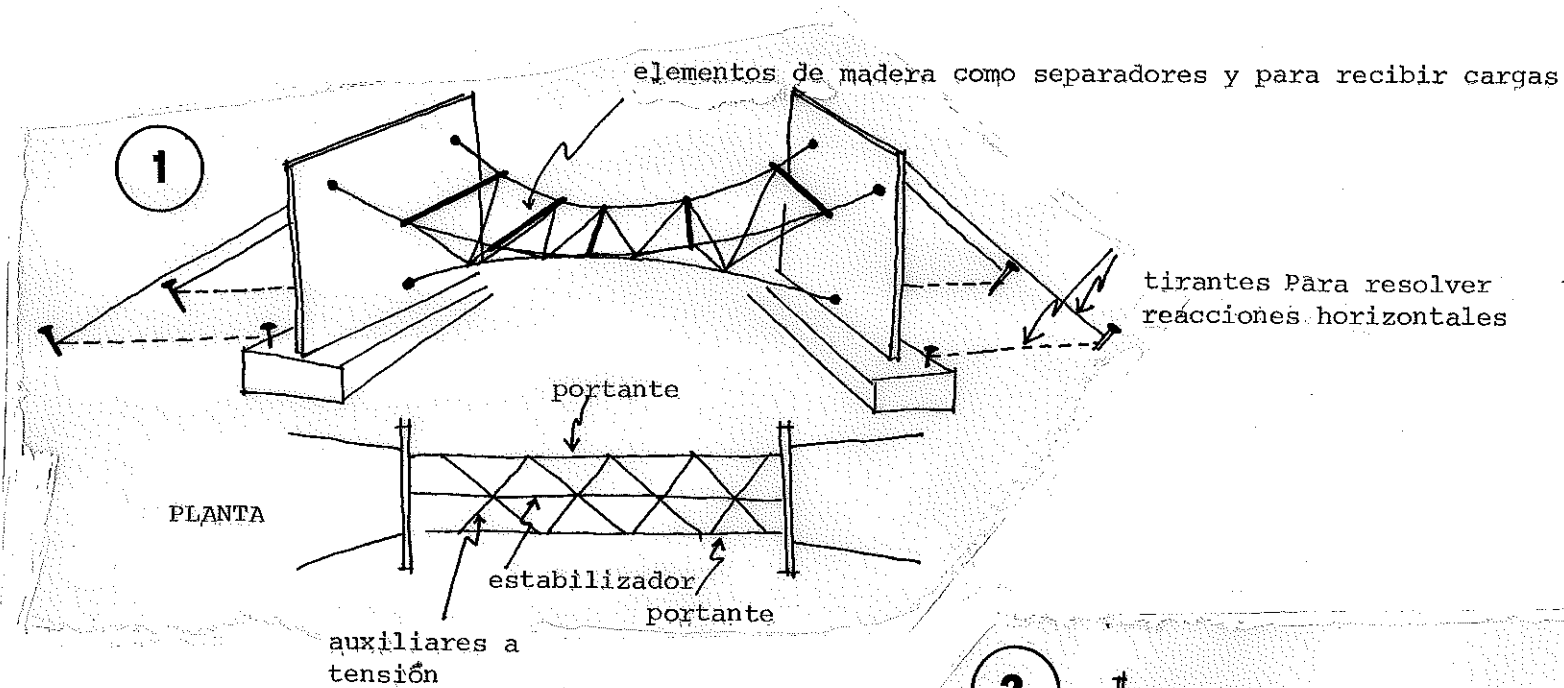
El maestro explicará el manejo de las formas de las cubiertas desde el punto de vista dibujo, aplicando los conceptos correspondientes de geometría descriptiva.

El maestro promoverá la investigación por parte de los alumnos, para que éstos expongan los procedimientos constructivos de estas cubiertas y complementará la información con lo que no expongan los alumnos, o no quede claro.

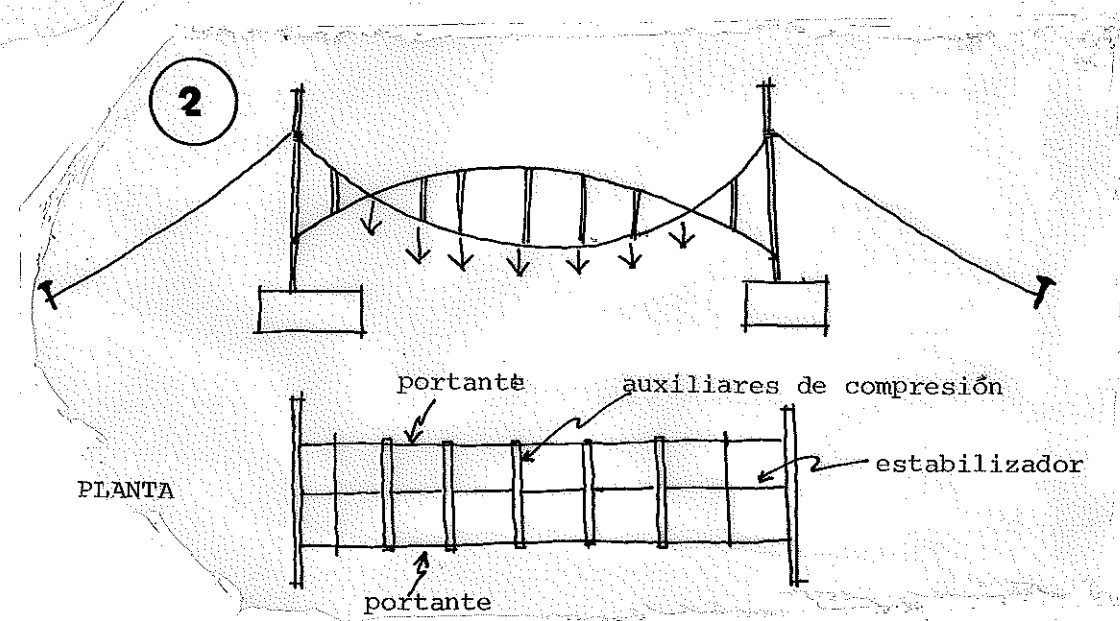
ACTIVIDADES



Cada equipo hará una de las estructuras.



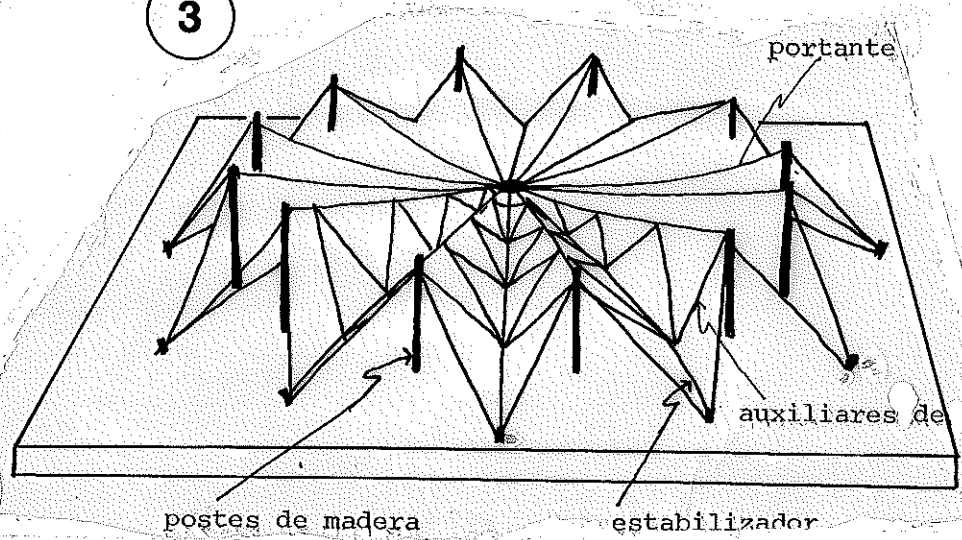
- En todos los ejercicios debe de cuidarse que el cable portante tenga suficiente flecha para que trabaje bien en el modelo



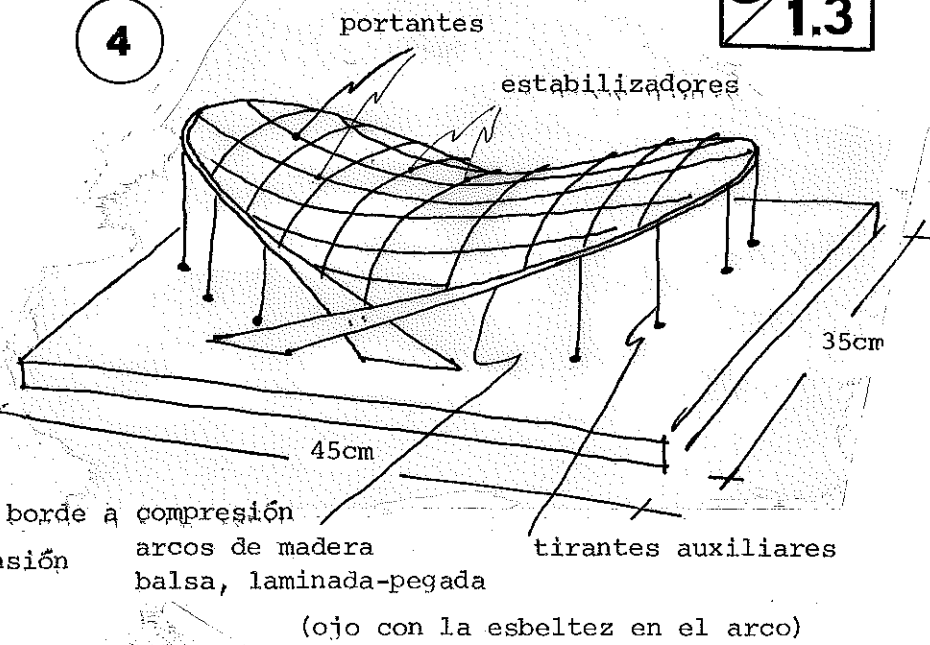
En los ejercicios 4 y 5 tener cuidado de hacer el modelo según el dibujo y no caer en las líneas generatrices de la superficie alabeada pues entonces serán rectas y no trabajarán como cables colgantes.

3
1.3

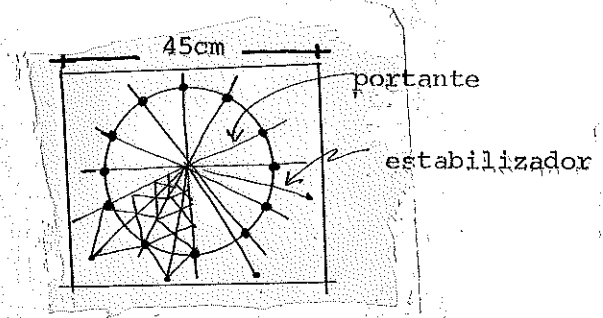
3



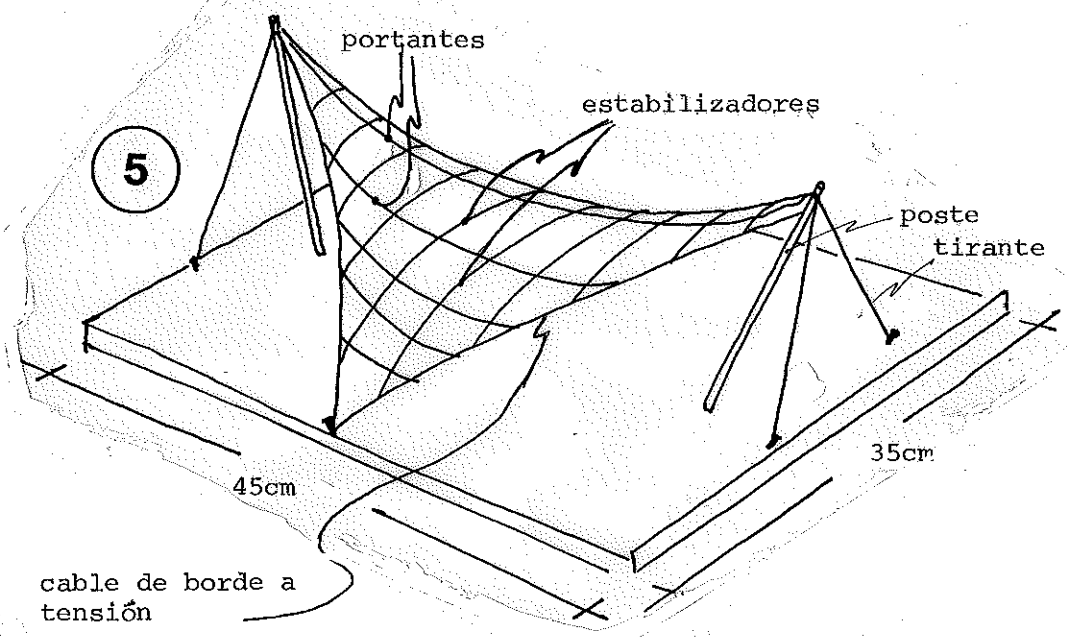
4



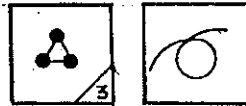
PLANTA



5



ACTIVIDAD FINAL



El espacio que deberá quedar libre bajo la cubierta será una circunferencia de 60 cm. de diámetro.

Se podrá construir en el suelo, al aire libre, o en una base específica para esto.

Los clavos o anclajes que se utilicen para fijar tensores, no entrarán en el peso.

Deverá soportar un cilindro de concreto que se pondrá al centro del claro de 60 cms. en cualquier posición.

Debe quedar una altura libre de 20 cm.

El maestro deberá definir el tipo de hilo y postes que se usarán para limitar la resistencia (hilo y postes muy delgados) p. ej. hilo de coser (no nylon) y postes redondos de madera de 1/8"

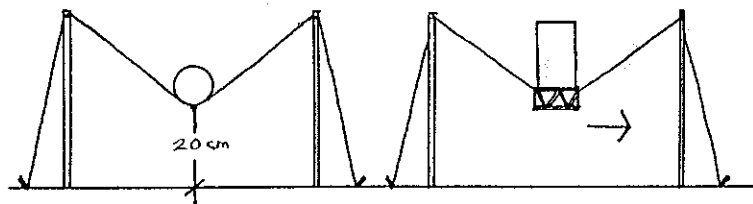
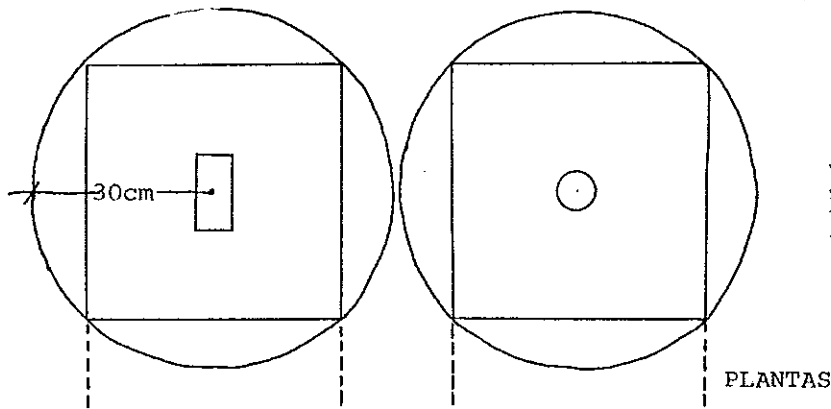
Deberá estar estabilizado para fuerzas horizontales.

El maestro jalará horizontalmente el cilindro simulando un sismo, procurando buscar los puntos débiles del sistema.



Una vez realizadas, se cargarán hasta el colapso observando el proceso de falla y haciendo notar a los alumnos, las fallas en términos de construcción es decir, falla de anclaje, falla de penetración, falla de construcción, etc.

El maestro hará comentarios que conduzcan a los alumnos al descubrimiento de otras ideas y formas de cubiertas colgantes, para que cada grupo presente una estructura que sea capaz de soportar un cilindro de concreto "de prueba" con el mínimo de material. Se pesará y se sacará la eficiencia $E = \frac{P_{\text{del cilindro (grms.)}}}{P_{\text{de los materiales (grms.)}}}$ usados en la estructura sin la base.



Fuerza horizontal que aplicará el maestro.



SISTEMAS COLGANTES

EVALUACION

1.- El alumno sabrá definir los siguientes.

conceptos:

polígono de fuerza

vector

polígono funicular

línea funicular

cable portante

cable estabilizador

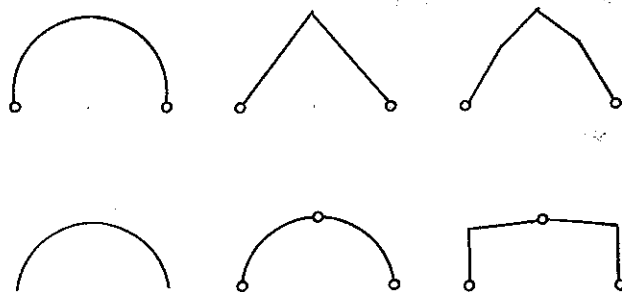
2.- El alumno podrá explicar porque una cubierta más colgada tiene esfuerzos menores y viceversa.

3.- El alumno podrá explicar poque debe haber una buena solución para los esfuerzos horizontales y cómo estos varían según la "flecha" que tome el cable portante.

4.- El alumno describirá los tipos de sistemas colgantes que conoce.

CONCEPTOS GENERALES.

El arco desde el punto de vista de su forma y de su vinculación.



El arco en la historia de la Arquitectura.

El arco y sus materiales de construcción y sus diferentes formas de trabajo.

RECOMENDACIONES.

El maestro tratará de que quede claro el concepto Geométrico "vs" el concepto estructural, y qué tipos de arcos hay por su forma y por su vinculación.

Se recomienda aclarar lo más posible, el paso de arco a marco rígido



Trabajo preponderantemente a flexión

Trabajo preponderantemente axial

hasta donde deja de ser viga y empieza a ser arco.

Se darán explicaciones sobre sus dimensiones, sus materiales, su forma, las soluciones para resolver el empuje horizontal. Además para corregir reacciones inclinadas, contrafuertes, arcos, botantes, botareles, etc.

El maestro pondrá en evidencia que hay arcos que trabajan a compresión pura y otros que trabajan a flexocompresión.

ACTIVIDADES.



Temas: forma y vinculación

El arco en la Historia

El arco, materiales y forma de trabajo.

Se distribuirán los tres temas entre los equipos,
1 tema para cada 2 ó 3 equipos.

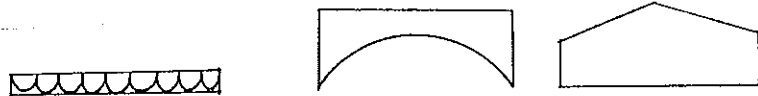
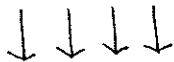
Los alumnos investigarán y prepararán material
gráfico en el que muestren el trabajo
desarrollado a los otros equipos.

El maestro marcará claramente los objetivos de
cada tema y el contenido que se pretende obtener
en los trabajos.

Se utilizarán ejemplos locales y de otros lugares,
ya sea visitados o de publicaciones.

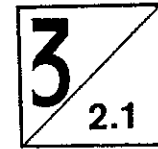
Se expondrán dimensiones del claro, flecha,
materiales, peraltes, sistema de cimentaciones.

Se graficará la carga de tal manera, que el
alumno sepa si el arco recibe cargas,



y se graficará el sistema constructivo
y de fuerzas.

El maestro hará breves exposiciones magisteriales y
motivará a los alumnos para que investiguen a fondo
los temas tratados.



3
2.2

ARCOS

EL ARCO - ANALISIS

CONCEPTOS GENERALES.

Comparación del arco, con las cubiertas colgantes.

Polígono funicular → polígono de presiones

Forma determinada por las fuerzas → forma determinada por el diseño

Tensiones → compresiones

Reacción horizontal hacia afuera → hacia dentro

Más peralte menos esfuerzo → más peralte menos esfuerzo

Elementos estabilizadores por problemas de deformación de las estructuras colgantes → Elementos por problemas de esbeltez y pandeo lateral por trabajo a compresión.

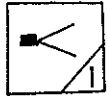
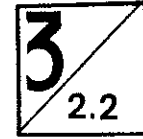
Posibilidades del arco

Sistemas con arco

RECOMENDACIONES.

En general, el maestro tratará de inducir a los alumnos a que descubran todas estas diferencias mediante las actividades que se plantean y utilizará lo mínimo necesario la clase magisterial.

ACTIVIDADES.



Se presentarán diapositivas del libro "Sistemas de Estructuras" del capítulo correspondiente.

Se explicará el funcionamiento y se presentarán modelos varios que estimulen la imaginación de los alumnos.

Arcos y cúpulas.



ARCOS

EL ARCO - FISICAMENTE

CONCEPTOS GENERALES

Comportamiento de modelos

Reacciones

Deformación (Curva elástica)

Puntos de inflexión

Diagramas de momentos y axiales

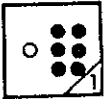
Formas más adecuadas para sistemas específicos de cargas

Tirantez, contrafuertes.

RECOMENDACIONES.

El maestro vigilará el trabajo de equipo, haciendo sugerencias que fomenten en el trabajo, descubrimientos por parte de los alumnos, y motivándolos para hacer observaciones comparativas del comportamiento, al variar alguna de las variables que intervienen en el equilibrio del sistema.

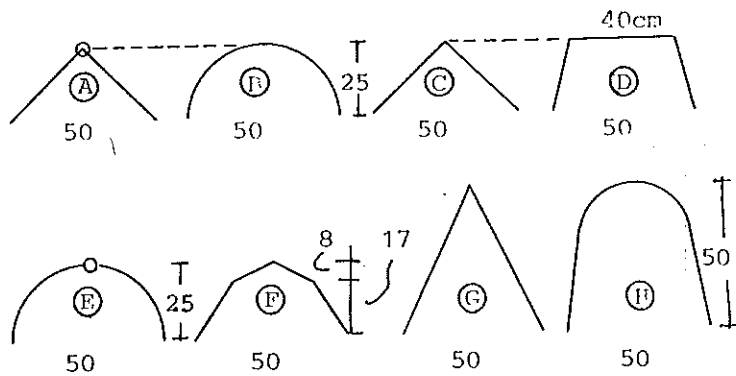
ACTIVIDADES



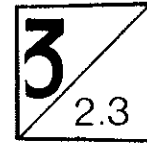
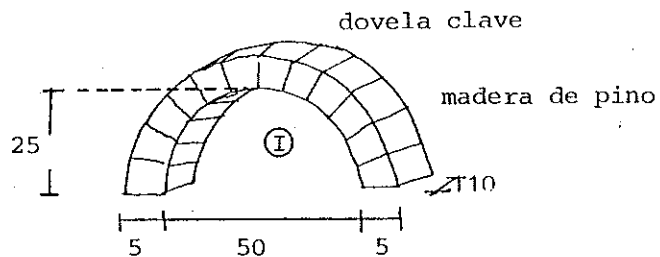
Se utilizará el tablero de experimentación.

El maestro explicará los aspectos básicos del funcionamiento de estos modelos y los alumnos trabajarán después los ejercicios.

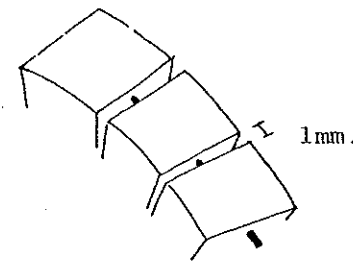
Modelos a construir



acrílico moldeado o madera balsa de 2 mm, X 1.5 cm. Reforzar los nudos.



se colocará un rollito de "masquingtape" al centro de cada pieza de tal forma que las separe un poco y les de algo de adherencia.

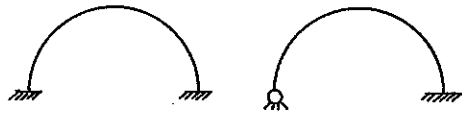



Para moldear el acrílico, es necesario calentarlo ligeramente sobre una hornilla de gas y con una forma de cartón, previamente cortada, darle la curva antes de que se enfríe.

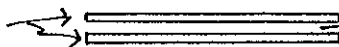
Es interesante que eventualmente 2 equipos tengan el mismo material; modelo y hagan los mismos ejercicios y comparen resultados, buscando explicación de las diferencias.

ACTIVIDADES.

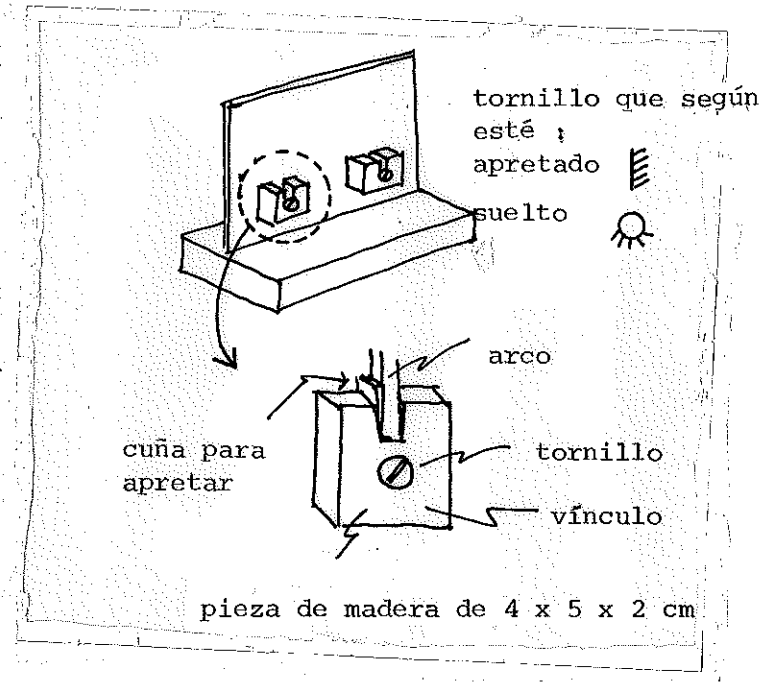
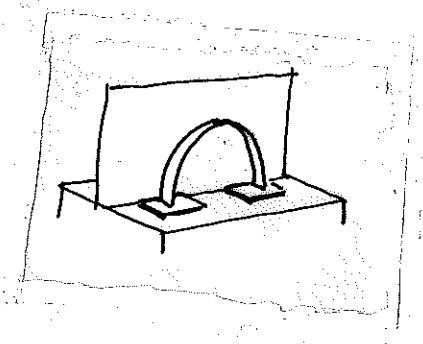
Se prepararán vínculos que permitan empotrar o achañelar o dejar libre los arcos,



La vinculación  se logará con cartones sueltos y papel mantequilla.

cartones  papel mantequilla

entre la base del tablero de ensayos y el arco.

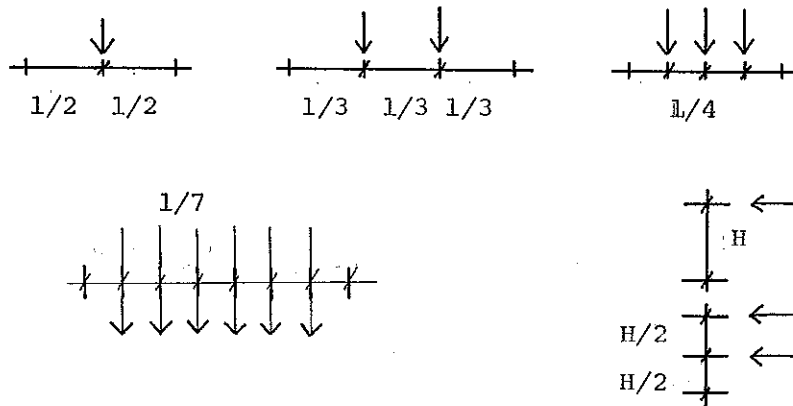


ACTIVIDADES.

Con los modelos A, B, C, D, E, F, G, H; se procederá a experimentar con diferentes cargas y condiciones de vinculación, y los alumnos medirán la deformación máxima al centro. Dibujarán la "elástica", detectarán los puntos de inflexión y dibujarán los diagramas de momentos y las reacciones.

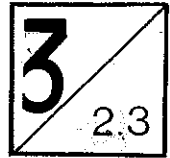
En el caso del modelo "D", si se carga en los nudos $\downarrow \downarrow$ trabajará como arco, pero si se carga con \downarrow a $1/2$, entonces será más un marco rígido. Hacer que los alumnos noten esta diferencia.

Los sistemas de cargas serán:



En los casos "C" "D" "E" "H", si los cargas no coinciden con los nudos, habrá problemas de flexión serios. Se hará la comparación con las cargas en los nudos,

Se harán las cargas modulares para poder comparar tamaño de deformación contra 1 ó 2 ó 3 ó n veces de carga.



Para detectar las fuerzas de las reacciones sustituirán momentáneamente el vínculo por sus manos y con sus dedos. Aplicarán las fuerzas V, H y M que sean necesarias y así podrán graficarlas después.

ACTIVIDADES.

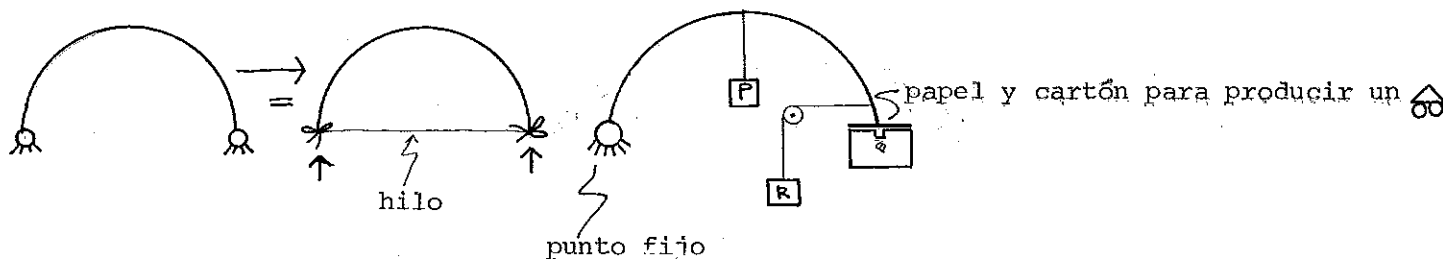
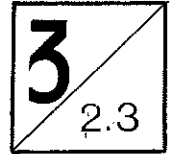
Los alumnos buscarán cuál forma de las propuestas es la más adecuada para un sistema de cargas dado, observando el comportamiento del modelo.

Los alumnos observarán los efectos que producen los diferentes vínculos y encontrarán la vinculación que más beneficie a la columna.

Los equipos que les toque, harán comparaciones entre los modelos A y C, F y B, B y G, C y H, por lo que la sección y el material, serán siempre los mismos; deformaciones, elástica, reacciones.

Las reacciones horizontales podrán ser puestas en evidencia, además de lo indicado en la nota "A" con un hilo o un plástico en la base de los arcos como se muestra en los dibujos.

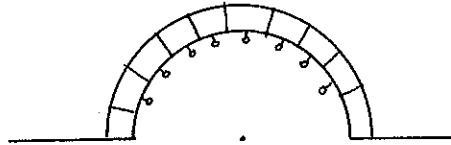
Para mantener los apoyos del arco en su lugar, según la carga P será necesario aumentar o disminuir las R



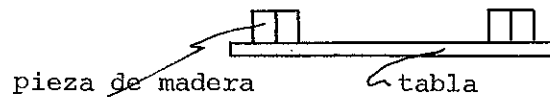
ACTIVIDADES.

Con el modelo I

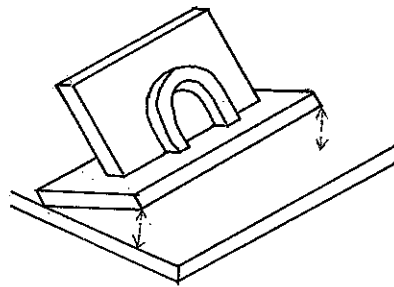
Se le instalarán armellas para poder colgar las cargas.



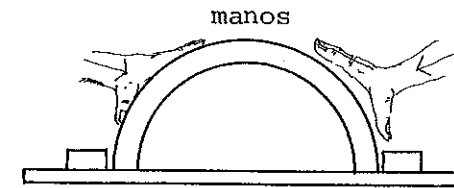
Se hará una base con una preparación para recibir el coceo del arco.



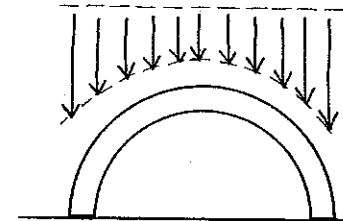
Para estos ejercicios se utilizará el tablero un poco inclinado, si es necesario, según se requiera para mantener el arco equilibrado.



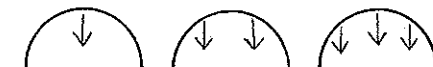
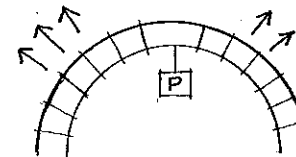
Se pedirá a los alumnos que con sus manos sientan cuál es el sistema de fuerzas que mejor resiste el arco.



luego que lo reproduzcan con cargas muy grandes, lo más grande que se pueda y observen la gran estabilidad del sistema, si las cargas son más o menos así:



Se probará con una, 2 y 3 cargas concentradas y se analizarán las zonas de tensión y compresión, se incrementará la carga hasta que se colapse en cada caso.



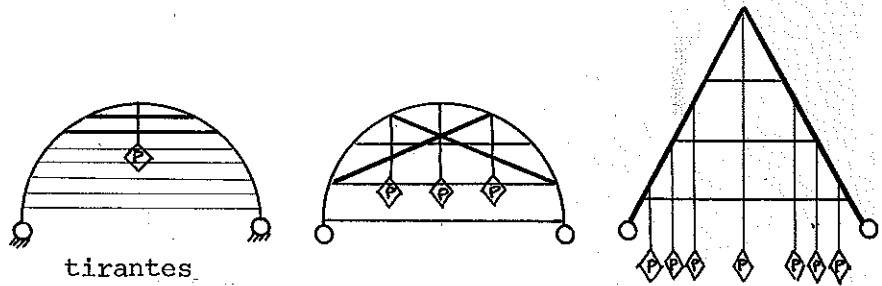
ACTIVIDADES

3
2.3

El mismo ejercicio anterior, se repetirá añadiendo refuerzos de "masquintape" en las zonas de tensión detectadas y se intentará llegar al colapso, aumentando cargas y/o produciendo un movimiento horizontal que simule un sismo.

Estos ejercicios se pondrán en común una vez que el equipo correspondiente logra un resultado interesante, el mismo equipo de alumnos lo expone a los otros equipos.

Con los modelos, B, C, E, G y H, se hará un ejercicio último que consiste en aumentar su capacidad de carga = disminuir su deformación añadiendo tirantez o barras de compresión, según lo detecten los alumnos.



tirantes

Este ejercicio demostrará la gran resistencia que adquiere un arco al tener los soportes en todo su desarrollo y si estos tirantes se pueden sustituir por fuerzas externas p.e.

se logrará una estructura más eficiente.



Esto se podrá lograr con anillos = CUPULA



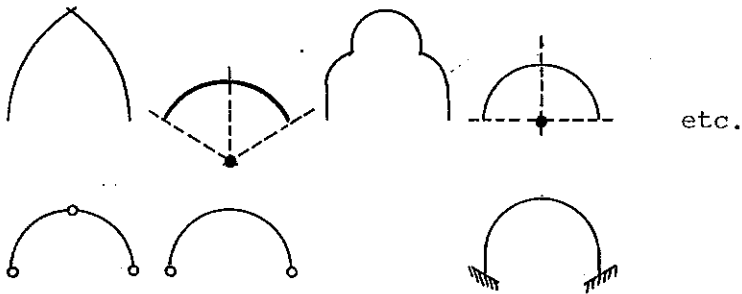
ACTIVIDAD FINAL

Construir un arco que tenga un claro de 0.50 m. y una flecha de 0.25 m. y que sea capaz de soportar un sistema de cargas dado:

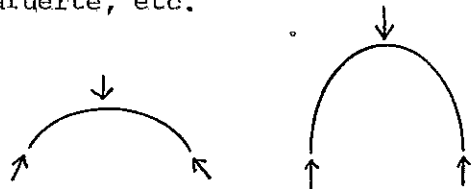
- A 30 kg.
- B 15 kg. c/u
- C 10 kg. c/u
- D 25 kg.
5 kg. a 2/3 de H

Material a usar: Cartón batería. se medirá la eficiencia.

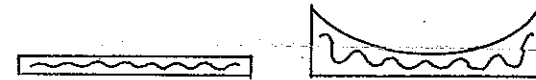
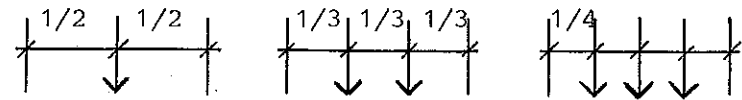
- 1.- El alumno describirá el concepto de arco
- 2.- El alumno identificará tipos de arcos por su geometría, por su vinculación.



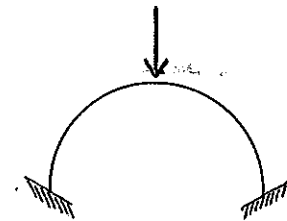
- 3.- Sabrá explicar los conceptos y para qué se usan de
 - tercio-medio
 - línea de presiones
 - empuje o coceo o
 - reacción horizontal
 y las variaciones a los esfuerzos y reacciones al variar la flecha, tirante, contrafuerte, etc.



- 4.- Conocerá y describirá la forma de arco más adecuada para las siguientes cargas:



- 5.- Dibujará el diagrama de momentos de un sistema elemental de arco-carga



56

4-

CURSO

1.-SISTEMAS DE MARCO RIGIDO

1.1 Marco rígido

1.2 Características del comportamiento

1.3 Aplicaciones y procedimientos auxiliares de rigidización.

2.-CASCARONES Y CUPULAS

2.1 Definición, tipos, usos y aplicaciones

2.2 Cupulas

3.-PLEGADAS

3.1 Definición, tipos, usos y aplicaciones

3.2 Forma y eficiencia

4
1.1

SISTEMAS DE MARCO RIGIDO

MARCO RIGIDO

CONCEPTOS GENERALES

Barra

Nudo

Vínculo

Crujía y nivel

Rigidez = $\frac{K E I}{\ell}$ de barra a nudo

K = Constante que representa la vinculación

E = Módulo Elástico

I = Momento de Inercia

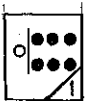
ℓ = Longitud del elemento (claro)

RECOMENDACIONES

El maestro explicará estos conceptos de tal forma que el alumno sepa diferenciar entre marco rígido y otros sistemas estructurales; y que le queden claras las posibilidades que ofrece el sistema.

Para qué y cuándo se usa.

ACTIVIDADES



El maestro explicará los conceptos generales sobre marcos rígidos.



4
1.2

SISTEMAS DE MARCO RIGIDO

CARACTERISTICAS DEL COMPORTAMIENTO

CONCEPTOS GENERALES

La distribución de momentos.

Nudos empotrados

Nudos libres

Desplazamiento lateral

Elástica

Puntos de inflexión

Diagramas de flexión.

RECOMENDACIONES

El maestro explicará mediante el uso de los modelos el comportamiento básico del sistema.

En la actividad " B " el maestro relacionará el experimento con el método numérico de cálculo (Cross o Kani) y hará el análisis de la elástica final relacionándola con los diagramas flectores y capacitará a los alumnos para deducir diagramas en estos sistemas.

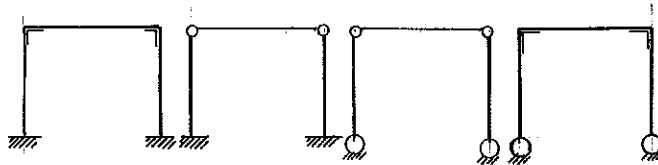
ACTIVIDADES



Explicación del comportamiento básico del sistema.

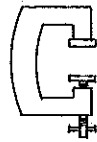
Materiales:

- 1.- Tablero de ensaye
- 2.- 4 Modelos de marcos rígidos.



3.- Pesos

4.- 2 prensas

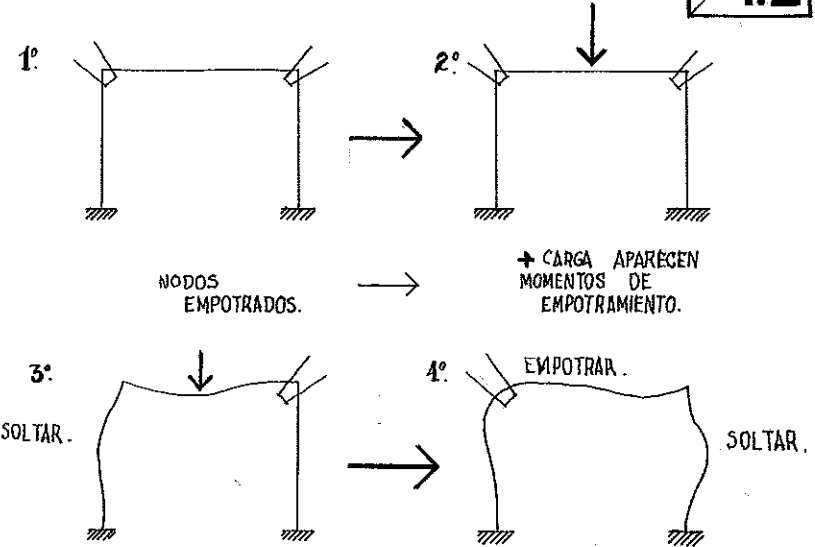


A.- se aplicará una carga vertical o una horizontal y se mostrará el comportamiento (hacer evidente en cada caso la elástica y el "coceo")

B.- Mediante el uso de 2 prensas el maestro hará la simulación del proceso de equilibrio de los momentos en los nudos.

1. Empotrar nudos
2. Aplicar cargas

4
1.2



3. Soltar un nudo para que gire hasta que se equilibre mediante la participación de las rigideces de cada elemento
4. Empotrar de nuevo y Soltar el otro nudo para que se equilibre.
Aparece de nuevo un desequilibrio en el nudo opuesto.
5. Repetir el procedimiento hasta que no se note el desequilibrio en el nudo empotrado.
6. Soltar el nudo empotrado y la estructura ya no se mueve por estar equilibrada según los pasos anteriores.



Los alumnos construirán marcos de diferentes dimensiones, "L" "I" y con variantes en crujeas o niveles, y los solicitarán con diferentes condiciones de carga y vinculación para establecer los efectos que estas variantes tengan en el comportamiento del modelo.

Materiales:

1. Tablero de ensaye

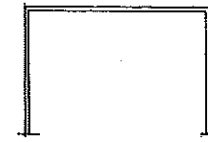
2.- Algunos modelos de marcos rígidos como:



3.- Pesos



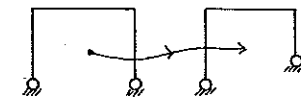
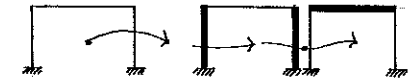
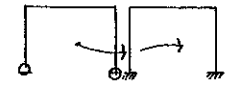
POR EJEMPLO:



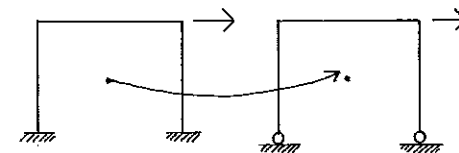
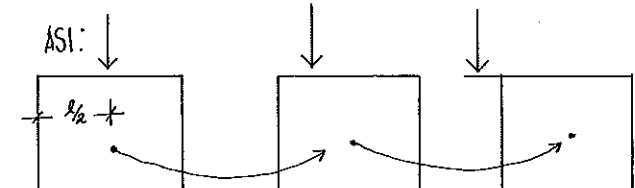
A UN MODELO.

VARIARLO ASI.

COMPARAR.



Y ANALIZARLO CON CARGAS,



Observando en todos los casos la elástica, - reacciones y diagramas.

4
1.3

SISTEMAS DE MARCO RIGIDO

APLICACIONES Y PROCEDIMIENTOS AUXILIARES DE RIGIDIZACION

CONCEPTOS GENERALES

Cartelas

Cruceteo

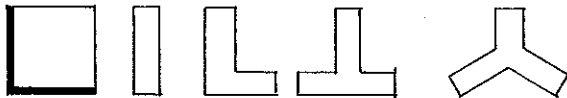
Muros diafragma

Muros de cortante

Centro de gravedad de cargas y centro de gravedad de rigidez. Explicar porqué se da la torsión cuando no coinciden los centros de gravedad

Edificios en formas especiales.

ASIMETRICOS



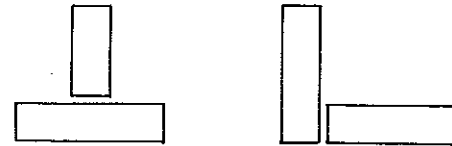
SIMETRICOS



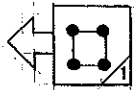
RECOMENDACIONES

El maestro explicará para qué y cuándo se utiliza
Los sistemas de rigidización explicados y explicará los problemas de torsión por asimetría de edificio o diferencias de rigidez en una misma estructura.

Soluciones : Juntas de construcción.



ACTIVIDADES



Los alumnos saldrán a preparar un reporte fotográfico de un edificio construido con el sistema de marcos rígidos en el que se muestre el sistema constructivo integral y lo presentarán al grupo.



El maestro explicará para qué y cuándo se utiliza el sistema de marco rígido así como los procedimientos auxiliares de rigidización para fuerzas y horizontales utilizados en ellos. Y el uso de juntas de construcción para formas irregulares.



4
1-E

SISTEMAS DE MARCO RIGIDO

EVALUACION

- 1.- El alumno conocerá los conceptos de funcionamiento del marco rígido y sabrá explicar los y conocerá los efectos que se producen al variar sus condiciones de vinculación o dimensionales.
- 2.- Habrá entendido y podrá explicar los principios de la repartición de momentos y rigidez, equilibrio de elementos y diagramas de esfuerzos de marco rígido en general.



ACTIVIDADES

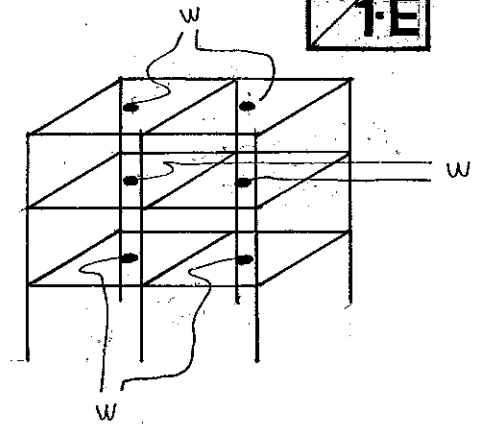
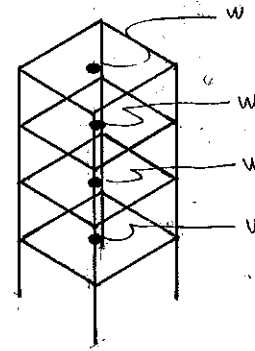


Los alumnos construirán un modelo (cada equipo diferente), el cual se cargará verticalmente y se someterá a oscilación (sismo)-cambiando frecuencia e intensidad. El maestro tratará de colapsarlo.

El diseño del modelo será mejorado a partir de las observaciones hechas en clase y presentará varias veces.

Materiales:

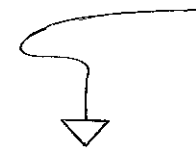
- 1.- Modelo de marco rígido cuyos materiales deberán ser lo suficientemente débiles para lograr que la estabilidad de la estructura requiera de un esfuerzo por parte del alumno.
- 2.- Peso



1.- Cuidar los vínculos.

2.- Los procedimientos de rigidización podrán ser:

- a) cartelas
- b) contraventeo horizontal
- c) muros de cortante
- d) contraventeo vertical



Estas opciones serán usadas como algo complementario pero los ensayos se harán con la estructura sin estos elementos.

CONCEPTOS GENERALES

- Tipos
- Usos
- Geometría que las genera

- curvatura sencilla



- doble curvatura



- alabeo (superficies regladas)



- Aplicaciones
- Limitaciones

nervaduras

bordes

etc.

- Reacciones y apoyos
- Sección (gruesos pomedios).

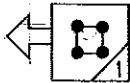
RECOMENDACIONES

El maestro expondrá de una manera general y básicamente como información los conceptos generales.

Hacer especial mención de las cúpulas.

Concepto: Arcos radiales y anillos de tensión y/o compresión.

ACTIVIDADES



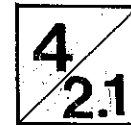
Los alumnos harán visitas a las obras y presentarán un trabajo con fotografías al grupo en donde se muestre.

- a) Su forma
- b) El tipo de generación geométrica
- c) su funcionamiento, esfuerzos, reacciones, apoyos y cimentaciones.

En este trabajo no se incluirá ningún ejemplo de cúpulas.



Proyección de diapositivas de Cascarones y Sistemas Cúpula.



CONCEPTOS GENERALES

Geometría de la cúpula

La cúpula en la Historia

Su funcionamiento estructural

vinculación
empujes
anillos, etc.

Reacciones verticales y horizontales

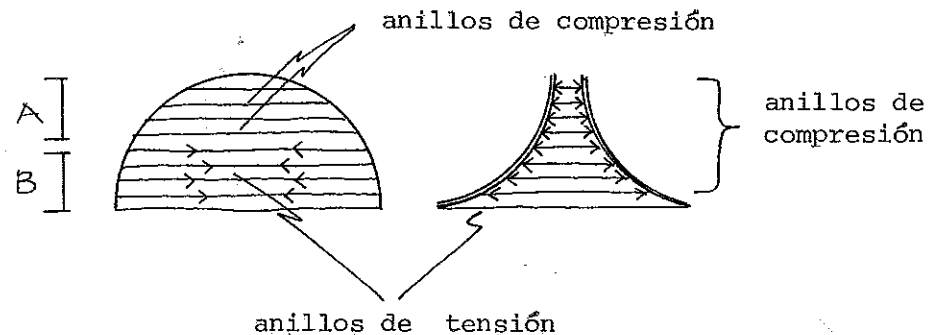
Zona, anillos de tensión y

Zona, anillos de compresión.

RECOMENDACIONES

En la exposición de diapositivas, se habrán ya expuesto los conceptos generales, por los que el maestro profundizará y complementará sobre los trabajos que presenten los alumnos.

El maestro podrá explicar el signo de los anillos utilizando el ejemplo siguiente.



A. Zona en que la cúpula tiende a colapsarse hacia adentro

B. Zona en que la cúpula tiende a abrirse.

ACTIVIDADES

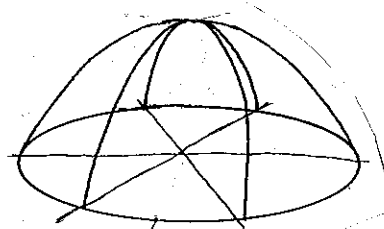
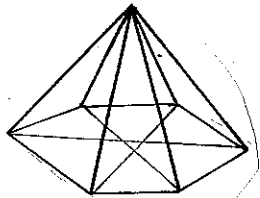


Los alumnos harán una recopilación de material gráfico, de cúpulas y explicarán

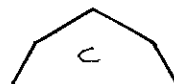
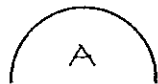
en cortes y plantas su funcionamiento sus dimensiones claro, peralte espesor apoyos.



Los alumnos harán un modelo de cúpula que solo tendrá arcos y no tendrá ningún anillo ni fijación en la base.



Cada equipo hará un modelo con uno de los arcos A. B. C.

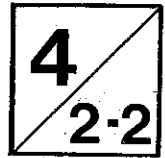


- 1.- Se construirá un arco A, B, C.
- 2.- Se cargará con una carga P que produzca una deformación medible
- 3.- Se construirá el modelo como se indica en las figuras con tres arcos y se cargará con tres veces la carga P y se medirá la deformación; Se hará la aclaración de que nada ha cambiado

y que solo hay mas arcos y por tanto ahora serán capaz de soportar lo siguiente: si un arco podía "P" Kg. tres arcos podrán tres veces "P" Kg.

- 4.- se quitarán las cargas y el equipo de trabajo será estimulado por el maestro, para que descubra que : haciendo anillos de tensión o compresión, podrá aumentar "X" veces la carga sin deformaciones excesivas, y sin invadir el espacio interior delimitado por los arcos, y sin aumentar sensiblemente el peso de la estructura.

LA CUPULA ES MAS EFICIENTE QUE UN CRUPO DE ARCOS Porque una cúpula es un sistema de Arcos y Anillos.



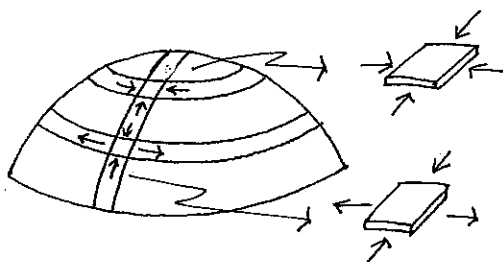
4
2.E

CASCARONES Y CUPULAS

EVALUACION

1.- El alumno describirá el concepto de cúpula.

2.- El alumno explicará en su diagrama los esfuerzos de una cúpula.



3.- Podrá dimensionar aproximadamente, los espesores de una cúpula, dado un claro, en base a la experiencia del trabajo de investigación.

4.- Sabrá decir qué pasa con las reacciones, en un sistema de cúpula (cómo son).

5.- Sabrá explicar porque no se dan diagramas de momentos de un sistema de cúpula para cargas verticales.

1.- El alumno conocerá y sabrá explicar qué es un cascarón, en qué casos es lógico y aconsejable usarlo y qué limitaciones tiene.

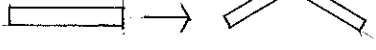

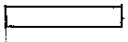
2.- Conocerá qué tipo de reacciones producen y por tanto sabrá proveer en sus diseños arquitectónicos las formas y dimensiones aproximadas de los elementos de apoyo así como también sabrá diseñar aproximadamente la geometría y secciones de los cascarones -- propuestos.

4
3.1

PLEGADAS

DEFINICION, TIPOS, USOS Y APLICACIONES

CONCEPTOS GENERALES

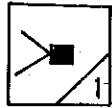
- Qué es una plegadura
- Momento de inercia 
- Problemas: flambeo
pandeo en borde
pérdida de la plegadura
- Soluciones: bordes de rigidez
tirantes
diafragmas
- Trabajo de placa  y de losa 
- Usos

RECOMENDACIONES

A manera de introducción al tema, puede iniciarse hablando sobre el Origami

ACTIVIDADES

4
3.1



Proyección de diapositivas
del libro Sistemas de Estructuras.

4
3.2

PLEGADAS

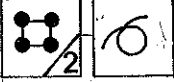
FORMA Y EFICIENCIA

CONCEPTOS GENERALES

RECOMENDACIONES

Se analizará la eficiencia del uso de plegaduras en las formas anteriores. mediante la construcción de modelos repetitivos.

ACTIVIDADES



Los alumnos diseñarán y construirán diferentes modelos de estructuras plegadas y con las experiencias de clase medirán su eficiencia.

$$E = \frac{\text{claro X carga al colapso}}{\text{peso estructura}}$$

y corregirán el diseño para presentarlo de nuevo. 2 ó 3 veces cada modelo.

Material:

- 1.- Papel manteguilla grueso
- 2.- "Masquing tape" para refuerzo
- 3.- Base de triplay o cartón rígido.
- 4.- Pegamento blanco
- 5.- Hilo para tensores.
- 6.- Cartoncillo para diafragmar en plegaduras de orilla.
- 7.- Grava o arena para cargar (4 Kilos) y bolsas de polietileno grandes +- 60 x 60 cmts.

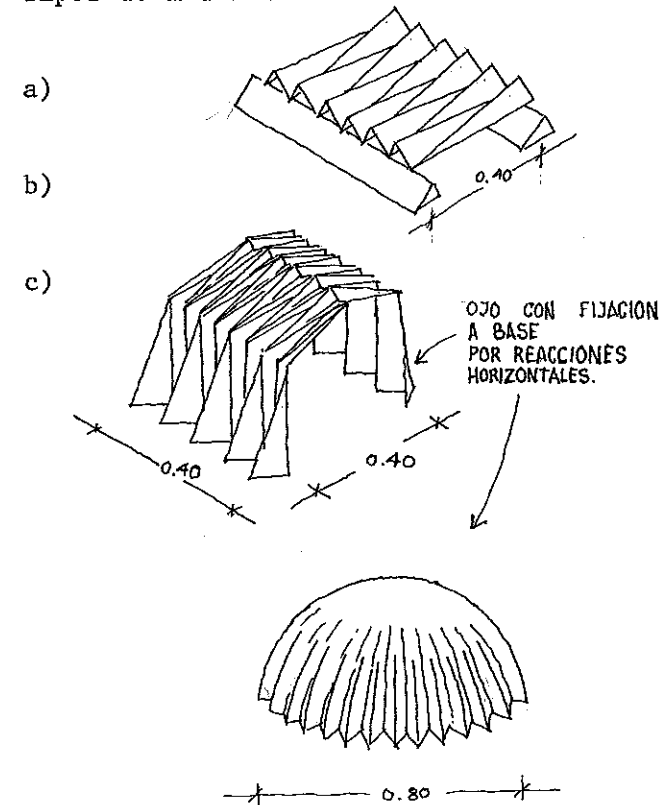
4
3.2

Los modelos deberán cubrir un claro de 40 X 40 cm. o un diámetro de 0.40 cm.

Soportarán como mínimo una carga de 2 kgs.

Eventualmente se podrán utilizar bordes de cartoncillo o refuerzos en los pliegues.

Tipos de modelos.



4
3.E

PLEGADAS

EVALUACION

RECOMENDACIONES

1. El alumno conocerá y sabrá explicar qué es una estructura plegada, cuáles son sus principios de trabajo, sus usos y limitaciones.
2. Conocerá las formas que se logran con plegaduras y sabrá proyectar formas estructurales capaces de ser usadas en sus proyectos arquitectónicos y logrará buenos índices de eficiencia en sus modelos.
3. Sabrá dimensionar la geometría y tendrá idea de las secciones que se empleen en este tipo de estructuras.

Quedaré medida en base a la capacidad del --
equipo de conseguir el sistema más eficiente
en cada caso.

5

CURSO

1. ANALISIS DE ESTRUCTURAS
2. EL ASESOR DE ESTRUCTURAS
3. DESARROLLO DE PROYECTOS A NIVEL CONCEPTUAL

5 I

INTRODUCCION

Los tres temas a desarrollar no son sucesivos.

Se recomienda dar todas las actividades en la primera sesión, excepto el de la repentina.

Intercalar las conferencias, sociodrama, simulacro y repentina y las exposiciones del análisis de estructuras de edificios a través de todo el curso.

A estas exposiciones se les dará el tiempo "necesario" para que los alumnos empiecen a presentar sus trabajos; generalmente necesitan de 2 a 3 semanas para recabar la información y se le dará a las clases un tiempo para la exposición y otro para los desarrollos de proyectos a nivel conceptual.

El maestro de este curso debe ser Arquitecto
Pues se trabajará como en clase de composición.



ANALISIS DE ESTRUCTURAS

CONCEPTOS GENERALES.

El sistema estructural como una integración operativa-funcional-expresiva de elementos estructurales, cargas y reacciones en equilibrio.

RECOMENDACIONES

El maestro hará especial hincapié en la múltiple función de la estructura sin descuidar ninguna de las áreas de los valores arquitectónicos.

Hará un ejemplo de análisis de un edificio para entrenar a los alumnos en qué es lo que deben ver, observar, buscar, medir, etc.

El maestro asignará a c/alumno un edificio contemporáneo, que tenga relativa facilidad de lograr el contacto al menos con el calculista, que la estructura esté a la vista, que sea interesante para el objetivo de la clase.

El maestro estará al pendiente de la exposición y reforzará o complementará lo expuesto para llegar a la esencia del concepto del "sistema-forma" estructural.

ACTIVIDADES.



Cada alumno visitará un edificio, para observar su funcionamiento estructural, sus soluciones, expresividad arquitectónica, etc.

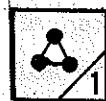
Preguntará a la gente que vive ese espacio, cómo vive, siente etc.

Visitará al proyectista y al calculista, platicará con él, analizarán el proceso constructivo; los principios estructurales, sobre sus planos específicos, comentarán anécdotas del edificio conseguirán planos y fotografías o hará levantamiento y desarrollará esquemas del comportamiento estructural.

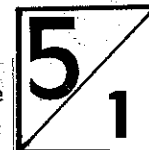
Preparará un documento gráfico con el cual expondrá lo esencial del sistema estructural..

Observará el funcionamiento de la estructura, buscando grietas que manifiesten los esfuerzos y se documentarán y se clasificarán por su tipo de esfuerzo.

Comprenderán cómo es la estructura, cómo trabajan las cargas vivas, muertas, horizontales, verticales identificarán y medirán los elementos principales y secundarios de la estructura.



Se hará un simulacro usando como base los edificios visitados, por ejemplo:



A. en un edificio x ya construido, se requiere tener un estacionamiento en el sótano, ¿cómo se haría?

B. en un edificio x al empezar a construirlo se descubre que un gran colector público pasa por su eje central, ¿qué hacer?, o ya construido el edificio se quiere construir un colector.

C. un grupo de terroristas pide asesoría para volar un edificio x con un mínimo de explosivos, ¿dónde ponerlos?.

Ejemplos de estructuras de edificios a analizar.

Estacionamientos: Mulbar (A. Zohn)
Plaza del sol (L.F.F.)

Templos: S. Jerónimo (la Calma)
S. Antonio M. Claret. (Cd. del Sol) (Mólgora)
vc Ntra Sra. de la Victoria (Res. Victoria)
Prec. Sangre de Cto. (Tapatío) (S. de Alba)
La Luz del Mundo (L.F.F.)
La Resurrección (P. del Sol) (L.F.F.)

Loc. Comerciales: Gigante P. del Sol (L.F.F.)
Gigante las Rosas (L.F.F.)
Mercado Libertad (A. Zohn)
Central Camionera Nueva

Oficinas: CANACO GDL (L.F.F.)
Luviano (Av. México) (F. Aceves)

Varios: Expo GDL
Domo CREA
Auditorio B. Juarez
Archivo del Edo.

5
2

EL ASESOR DE ESTRUCTURAS

CONCEPTOS GENERALES

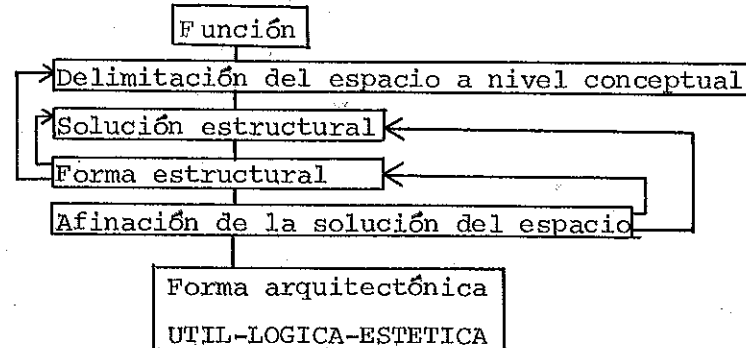
Qué es el asesor de estructuras
sus funciones
sus posibilidades
sus limitaciones

Cómo seleccionarlo

RECOMENDACIONES

El maestro podrá desarrollar el tema por si mismo o invitando a un consultor de estructuras.

Pondrá en evidencia el Proceso



Y por tanto la intervención del consultor asesor, no como alguien que aparece para solucionar aparte, sino para COPARTICIPAR en el proceso de la composición arquitectónica.

ACTIVIDADES.

Se invitará a uno o varios consultores, a los que se les explicará el sentido que tiene esta clase y se organizará una mesa redonda o conferencia, o sociodrama, etc.

El objetivo es que el alumno tenga contacto real con un consultor de estructuras:

Recomendaciones para el sociodrama:



plática con un asesor de estructuras.



Hacer un sociodrama invitando a un ingeniero consultor de estructuras o a algún compañero de ingeniería a que trabaje con los estudiantes de arquitectura durante una clase.

Tema: desarrollar a nivel conceptual, croquis de un espacio concreto para decidir el tipo de estructura que se va a desarrollar.

Algunos ejemplos de problemas espaciales:

Estadio
planetario
edificio de departamentos
biblioteca
iglesia,
etc.

Poniendo en cada caso características especiales y peculiares a cada problema.
p.e. subsuelo, clima, claros a cubrir etc.



Se supone que el equipo de trabajo, tres alumnos, es un despacho de arquitectos que entra a un concurso, y pide la asesoría del consultor, para que, junto con él decidir lo más conveniente para el problema estructural determinado.

Conviene que los temas se repitan en tres equipos para ver los distintos conceptos que se manejarían, la forma de trabajo entre los arquitectos y el consultor, y las aportaciones de éste, si son o no adecuadas, cómo se maneja esa intercomunicación.

El maestro hará la diferencia entre un buen calculista y un buen proyectista de estructuras.

Los dos se dedican a calcular, solo que el calculista es bueno para los números, pero no para la conceptualización de la estructura más idónea con la solución arquitectónica.

RECOMENDACIONES.

El maestro trabajará como en clase de composición. Se darán partidos básicos ya resueltos en cuanto a dimensión y planta, con posibilidad de ser variados por el alumno, pero tratando de que no gaste su tiempo en la conceptualización funcional o de dimensionamiento.

Se le pedirá la solución estructural para ese proyecto dado, presentándolo en maqueta.

Esta maqueta no será formal, sino estructural, es decir, que deberá representar, dimensiones, ejes, sistemas constructivos y estructurales, cargas, etc. y deberá funcionar como estructura, en la medida

Adecuado	eficiente
	expresiva
	lógica
	innovadora
	etc.

Será la más adecuada.

El maestro presionará a los alumnos para que no se queden con la primer solución.

ACTIVIDADES.



Los alumnos desarrollarán dos ejercicios en los que a partir de un tema dado, buscarán una solución arquitectónica, que contenga un sistema estructural adecuado y el trabajo hará énfasis básicamente en esto, dejando de lado los problemas funcionales del tema.

Temas posibles: templo
estadio
puente sobre un río
gimnasio
teatro-auditorio
edificio de 30 pisos,
etc.

Se propondrán alternativas para su solución, tres por lo menos, a nivel esquema, el grupo retroalimenta y sobre una de ellas se pronunciará.

Se seguirá estudiando a nivel de maqueta, pequeña, revisando todos los conceptos estructurales que se manejarán, el grupo seguirá retroalimentando hasta que llegue a una maqueta de 40 x 40 cms, donde se verificará su funcionamiento y grado de eficiencia.

Pueden usarse cualquier solución vista a lo largo de estos cursos de estructuras prácticas sensibilización estructural.

Estructuras reticulares
sistemas colgantes
sistemas cúpula
marcos rígidos
cascarones
plegadas
etc.



REPENTINA (Ejemplo)

Proyecto: Espacio para feria y Expo temporal

Material: Únicamente 10 cuadros ó circunferencias de 20 cm de diámetro como máximo de tela de media

Madera 3 mm. ó 1/8 no balsa

Hilo, clavos pegamento blanco y base

Problema: Cubrir un espacio de 60 x 60 cmts. y 15 cm, de alto, libre de columnas en el interior.

Requisitos: Las cubiertas deberán resistir su propio peso y no moverse con el viento, es decir tendrán forma estructural.



5
1-2-3.E

ANALISIS DE ESTRUCTURAS
EL ASESOR DE ESTRUCTURAS
DESARROLLO DE PROYECTOS A NIVEL CONCEPTUAL

EVALUACION

1.- Se evaluará el trabajo de análisis de la estructura de un edificio contemporáneo.

Presentación
amplitud
profundización
comprensión de la estructura
interés.

2.- Se pedirá al alumno un trabajo escrito sobre el consultor de estructuras en Guadalajara, y esto se evaluará.

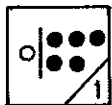
3.- Se evaluarán los dos trabajos desarrollados presentados y la repentina.

6- CURSO

- 1.- EJECUCION DE VARIOS MODELOS Y ANALISIS DE SU COMPORTAMIENTO
 - 1.1 Vigas de concreto armado
 - 1.2 Vigas
 - 1.3 Arco
 - 1.4 Armadura
 - 1.5 Plegada



INTRODUCCION



El maestro explicará y repartirá el trabajo de todo el curso al comienzo de éste, para que los alumnos tengan posibilidad de estudiar y desarrollar sus modelos con tiempo.

El Asesor deberá tomar en cuenta el tiempo del curso y realizar asesorías permanentes a los trabajos realizados por los alumnos.

Los equipos de trabajo funcionarán durante todo el semestre.

Todos los equipos realizarán la actividad 1.1, Vigas de Concreto Armado.

Cada equipo realizará tres de las cuatro actividades siguientes (de la 1.2 - 1.5) Repartidas de la siguiente forma.

EQUIPO	A	B	C	D	A	B
VIGA	●	●	●			
ARCO		●	●	●		
ARMADURA			●	●	●	
PLEGADA				●	●	●
ACTIVIDAD						

Esto con el fin de eficientar el desarrollo de los modelos, la asesoría del profesor y la economía de los alumnos.

Esta programación tendrá que ser compatible con la de la actividad 1.1 Vigas de concreto armado, en la que cada grupo y asesor (No equipo de clase) se programarán para colado y visita al laboratorio de la siguiente forma

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8
1	●				●			
2		●				●		
3			●				●	
4				●				●
GRUPO	COLADO				VISITA LABORATORIO			

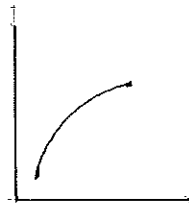
Asi por ejemplo el grupo 3 hace se colado la 3° semana; en la 1° y 2°, 4°, 5° y 6° semanas trabajarán en las actividades posteriores (1.2 - 1.5) y en la 7° semana visitan al laboratorio; las siguientes semanas continúan con sus actividades programadas.

CONCEPTOS GENERALES

Realización de un colado

Resistencia

Relación agua/cemento



CURVAS DE ABRAHMS.

Vibrado

Revenimiento

Plasticidad

Curado

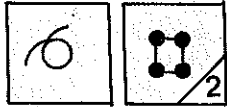
Cimbra

Armado

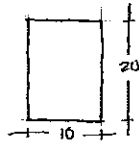
RECOMENDACIONES

- 1.- Se deben coordinar los maestros para que cada grupo haga sus colados en diferentes fechas (como en cuadro hoja introducción)
- 2.- Se debe solicitar con tiempo al laboratorio tres moldes de cilindros y un cono de revenimiento.
- 3.- Es necesario responsabilizar a algún alumno de cada equipo de:
 - A.- Conseguir los materiales de colado
 - B.- Cuidar los moldes y regresarlos a su lugar
 - C.- Hacer el traslado de cilindros y vigas adecuadamente; de preferencia colar cerca del laboratorio.
 - E.- Cuidar que se marquen (identifiquen por grupo y equipo) las vigas y los cilindros.
 - F.- Explicar el procedimiento de curado de vigas y cilindros y asegurar que se haga.
- 4.- El maestro repartirá los armados a los equipos y supervisará que estos queden bien y de acuerdo a lo solicitado.
- 5.- Vigilará que las mezclas para hacer los morteros se hagan bien, no se contaminen de tierra y se vibren adecuadamente.

ACTIVIDADES



Los alumnos realizarán colados de vigas de 1 mt. de largas de sección:



Dos por equipo, con diferentes armados y cada grupo utilizará concreto de diferente resistencia.

- a) $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$
- b) $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- c) $f_c = 300 \text{ kg/cm}^2$

(Dar proporcionamientos para una viga + 1 cilindro de prueba)

Materiales:

Varilla 5/16

Alambrón

Alambre recocido

Grava 1/2

Arena de río

Cemento

Agua

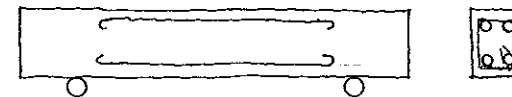
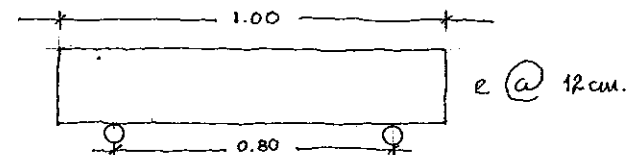
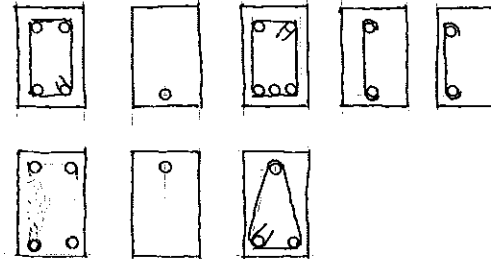
Palas

Cimbras metálicas

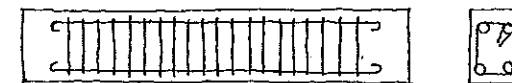
(Utilizar proporciones dadas por manual)

Cilindro de prueba y cono de revenimiento

Armados Sugeridos



CASO ESPECIAL.



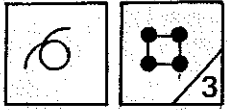
e @ 4 cm. CASO ESPECIAL.

6
1.2

EJECUCION DE MODELOS Y ANALISIS DE SU
COMPORTAMIENTO

VIGAS

ACTIVIDADES



Los alumnos realizarán modelos de vigas a las cuales:

Claro libre 1.20

- a) Se cargarán a la ruptura midiendo la eficiencia del modelo

$$e = \frac{\text{peso soportado al colapso}}{\text{peso del modelo}}$$

- b) Se corregirán las fallas en un nuevo modelo cargándolo a la ruptura, se probará nueva eficiencia y se compararán los resultados de los demás equipos.

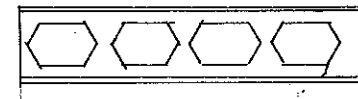
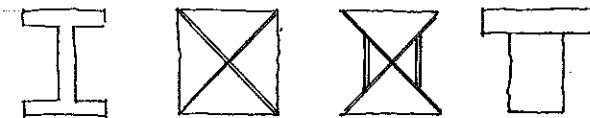
Materiales:

- ° 2 láminas de cartón batería para cada modelo
- ° Pegamento blanco
- ° Hilo, piolas o hilaza
- ° Alambre calibre 18 a 20
- ° Pequeñas piezas de madera para anclajes.
- ° Cilindros de concreto como cargas, etc.

NOTA: En experiencias anteriores algunos modelos han resistido hasta 180 kg.



Como alternativa algún equipo podrá realizar una viga con cables para pretensar como lo muestra el dibujo.

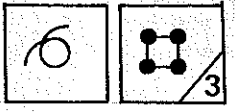


6
1.3

EJECUCION DE MODELOS Y ANALISIS DE SU
COMPORTAMIENTO

ARCO

ACTIVIDADES



Los alumnos realizarán modelos de arcos, -
los cuales:

Claro libre 1.20

- a) Se cargarán a la ruptura midiendo la eficiencia del modelo

$$e = \frac{\text{peso soportado al colapso}}{\text{peso del modelo}}$$

- b) Se corregirán las fallas en un nuevo modelo, cargándolo a la ruptura. Se probará su nueva relación de eficiencia y se compararán resultados entre los equipos.

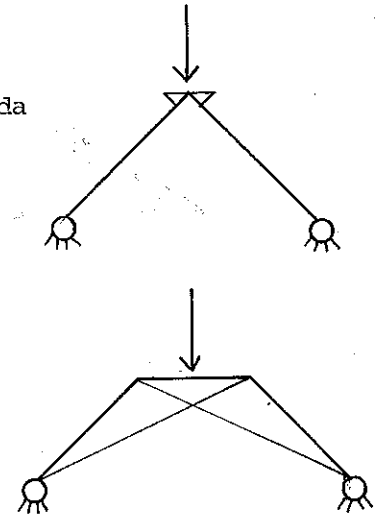
Materiales:

- ° 2 láminas de cartón batería para cada modelo.
- ° Pegamento blanco
- ° Hilo, piola o hilaza
- ° Alambre calibre 18 ó 20
- ° Pequeñas piezas de madera para anclaje
- ° Cilindros de concreto como cargas
- ° Etc.

6
1.3

El diseño deberá incluir una plataforma o base para colocar los cilindros de carga.

Como la carga es concentrada el arco ideal tenderá a ser triángulo, pero no sugerirlo a los alumnos sino que ellos encuentren la forma.

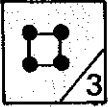


6
1.4

EJECUCION DE MODELOS Y ANALISIS DE SU
COMPORTAMIENTO

ARMADURA

ACTIVIDADES



Los alumnos realizarán modelos de armaduras, los cuales:

Claro libre 1.20

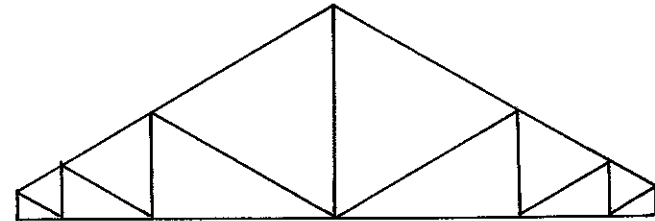
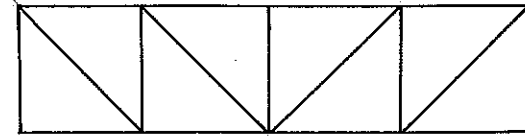
- a) Se cargarán a la ruptura midiendo la eficiencia del modelo

$$e = \frac{\text{peso soportado al colapso}}{\text{peso del modelo}}$$

- b) Se corregirán las fallas en un nuevo modelo, cargándolo a la ruptura se probará su nueva relación de eficiencia y se compararán resultados entre los equipos.

Materiales:

- ° 2 láminas de cartón batería para cada modelo
- ° Pegamento blanco
- ° Hilo, piola o hilaza
- ° Alambre calibre 18 ó 20
- ° Pequeñas piezas de madera para anclaje
- ° Cilindros de concreto como cargas
- ° Etc.

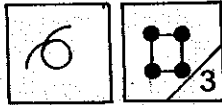


6
1.5

EJECUCION DE VARIOS MODELOS Y ANALISIS DE SU
COMPORTAMIENTO

PLEGADAS

ACTIVIDADES



Los alumnos realizarán modelos de plegadas, los cuales:

1.20 X 0.40

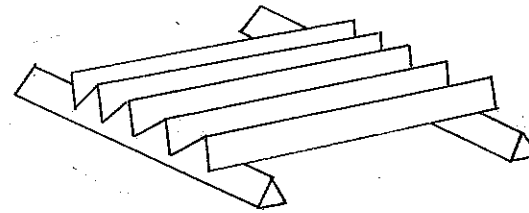
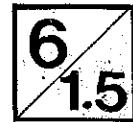
- a) Se cargarán a la ruptura midiendo la eficiencia del modelo.

$$e = \frac{\text{peso soportado al colapso}}{\text{peso del modelo}}$$

- b) Se corregirán las fallas en un nuevo modelo, cargándolo a la ruptura, se probará su nueva relación de eficiencia y se compararán resultados entre los equipos.

Materiales:

- ° 2 láminas de cartón batería para cada modelo
- ° Pegamento blanco
- ° Hilo piola o hilaza
- ° Alambre calibre 18 ó 20
- ° Cilindros de concreto como cargas
- ° Etc.





- 1.- El alumno deberá participar en todas las experiencias directa o indirectamente y estará capacitado para explicar los fenómenos que se observen y sabrá proponer lo necesario para mejorar la eficiencia de las estructuras analizadas.

RECOMENDACIONES

La evaluación sobre cada trabajo atendiendo a la calidad y aplicación dedicada a cada modelo, a la capacidad de descubrir problemas y resolverlos, al índice de eficiencia logrado y a la mejora del mismo entre el primero y el segundo modelo.