

**EVOLUCIÓN
ESTRUCTURAL DE LOS
ELEMENTOS
PREFABRICADOS**

**M. en I. JORGE
SILVA MIDENCES**



¿CÓMO HEMOS LLEGADO AQUÍ?
¿HACIA DONDE VAMOS?

- A.** Muros Arquitectónicos de Carga
- B.** Columna Exterior
- C.** Doble T o Losa Alveolar
- D.** Columna Interior
- E.** Viga T Invertida o Trabe Mixta
- F.** Muro Diafragma
- G.** Escaleras

CREATIVIDAD, INGENIO... TECNOLOGÍA



CONCLUSION:

Agilizar procesos:

Minimizar Costos

Abatir Tiempos

con Alta CALIDAD

ALBAÑIL Y ALFARERO = IQED

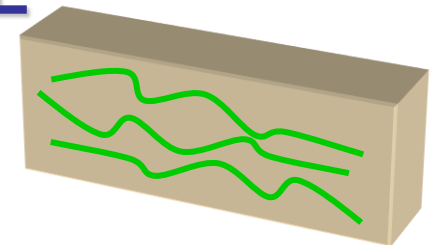
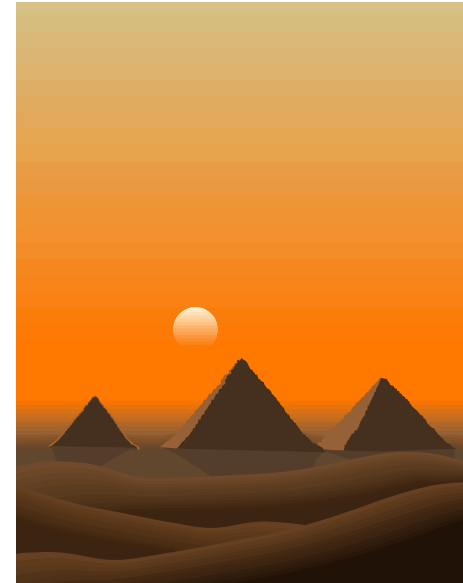
SIGNIFICADO

“MOLDEAR LA TIERRA”

PAJA

DAR RIGIDEZ AL ADOBE, O EVITAR RAJADURAS AL SECARSE

¿ASPECTOS COMUNES EN LO ANTERIOR CON LA PRÁCTICA DE HOY EN DÍA?





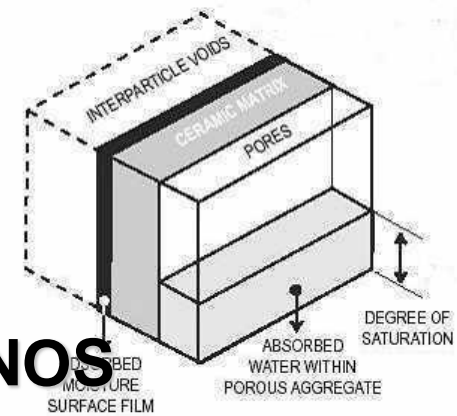
UN EQUIPO DE OBREROS HACIENDO ADOBES.

MEZCLA DE BARRO Y PAJA,

MOLDE DE MADERA,

IQUED, y...SISTEMA DE PRODUCCIÓN

CONCRETO LIGERO ESTRUCTURAL **SLWC** (2)



DESDE TIEMPOS ANTES DE LOS ROMANOS

LOS PRIMEROS FUERON FABRICADOS CON
PIEDRA PÒMEZ DE GRECIA O ITALIA COMO AGREGADO
ALIGERANTE

POCA RESISTENCIA PERO GRAN DURABILIDAD
.....ANTIGUAS ESTRUCTURAS EN EL MEDITERRÀNEO.

ACTUALMENTE,
RESISTENCIAS COMPARABLES CON EL CONCRETO DE
PESO NORMAL,

PERO 25-35% **MÀS LIGERO**



STEPHEN J. HAYDEN, KANSAS CITY, MISSOURI, U.S.A. (U.S. PATENT No. 1255878)HASTA 1918 (2)

STEPHEN J. HAYDEN, KANSAS CITY, MISSOURI, U.S.A. (U.S. PATENT No. 1255878)HASTA 1918 (2)



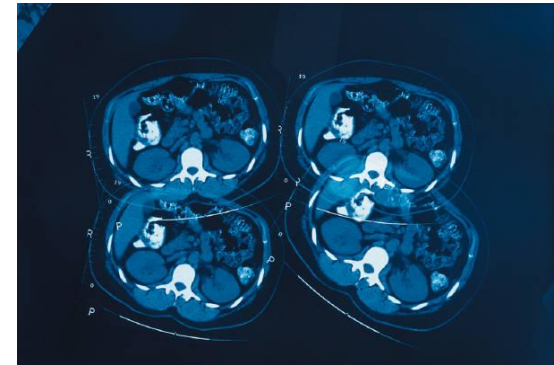
STEPHEN J. HAYDEN, KANSAS CITY, MISSOURI, U.S.A. (U.S. PATENT No. 1255878)HASTA 1918 (2)

STEPHEN J. HAYDEN, KANSAS CITY, MISSOURI, U.S.A. (U.S. PATENT No. 1255878)HASTA 1918 (2)

STEPHEN J. HAYDEN, KANSAS CITY, MISSOURI, U.S.A. (U.S. PATENT No. 1255878)HASTA 1918 (2)

VISUALIZÒ QUE EL MATERIAL DESECHADO:
CARACTERÍSTICAS POTENCIALES COMO AGREGADO
ALIGERANTE:

CELDA DE AIRE NO CONECTADAS
POR FORMACIÒN Y EXPANSIÒN DE GASES EN ALTAS
TEMPERATURAS.



SU RAZONAMIENTO, QUE REAFIRMÒ, POR
EXPERIMENTACIÒN,
REDUCIR LA CARGA MUERTA
IMPACTO EN COSTO.

- **PISOS** EN ESTRUCTURAS DE ACERO (PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO)
- **ESTRUCTURAS** DE CONCRETO: EDIFICIOS Y ESTACIONAMIENTOS (TODOS LOS TIPOS INCLUYENDO **PISOS POSTENSADOS**)
- PLATAFORMAS DE PUENTES, PILARES Y **VIGAS AASHTO**
- CONCRETOS CON DENSIDAD ESPECÍFICAS
- ELEMENTOS **PREFABRICADOS Y PRESFORZADOS** (**TRABES**, DOBLE-T, PAREDES **TILT-UP**, TUBERÍAS, ORNAMENTOS, ETC.)
- ESTRUCTURAS MARINAS, **BARCOS**,
PLATAFORMAS PETROLERAS
- DE RELLENO Y AISLAMIENTO.



SMIE 1938 RUSSELL GAMES SLAYTER AISLAMIENTO
TÈRMICOFIBERGLAS®



CONCRETO REFORZ C/ FIBRAS RUSIA DESPUES DE WW2

1960 **DR. MAJARDAR** DIÓXIDO DE ZIRCONIO CENTRO
DE INVESTIG DE LA CONSTRUCCION INGLATERRA (BRE)
INDUSTRIA DEL **GRC** Glass Fiber Reinforced Cement GFCR

1972 **FRP`s** IMPREGNACIÓN DEL CONCRETO CON
MONÓMEROS, QUE POSTERIORMENTE ...

RESISTENCIA MECÁNICA (más de 200 N/mm²).
PRÁCTICAMENTE **INATACABLES**: AGRESIVOS QUÍMICOS o
CICLOS HIELO Y DESHIELO **MEJORA SU REL. RESIST/PESO**

STEPHANIE KWOLEK 17 PATENTES, SALÒN DE LA FAMA -
INVENTORES EN 1995, RECIBE LA MEDALLA NACIONAL DE
TECNOLOGÌA EN 1996.

1995 CONCRETO DE ULTRA DESEMPEÑO UHFC

Ultra-High Performance Concrete **BOUYGES S.A. PARIS – LAFARGE**

**INCLUYE ARENA FINA, FLUORURO CUARCÍTICO Y ACERO
o FIBRAS ORGÀNICAS**

A COMPRESIÓN PUEDE ALCANZAR 206.8 Mpa, (30,000 psi)

ALTA RESISTENCIA HASTA 82.7 Mpa, (12,000 psi)

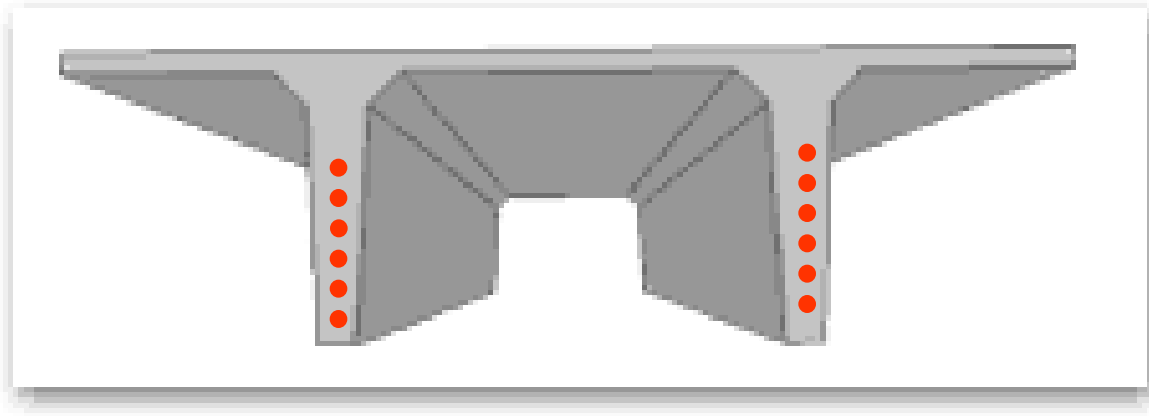
**ACORDE CON INVESTIGADORES Y LA FEDERAL HIGHWAY
ADMINISTRATION U.S.A.**



THE BRIDGE STREET BRIDGE (5)

1er. PUENTE VEHICULAR DE CONCRETO EN U.S.A., QUE EMPLEA

TENDONES PRETENSADOS CFRP Carbon Fiber Reinforced Polymer
COMO PRINCIPAL REFUERZO ESTRUCTURAL Y



CABLES POSTENSADOS CFCC – Carbon Fiber Composite Cable

1986 ALEMANIA - 1er. PUENTE USANDO FRP Fibre Reinforced Polymer – **CABLES POSTENSADOS**

**SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE PARTÍCULAS EN SECO,
AMALGAMA LOS ELEMENTOS DE MANERA MÁS SÓLIDA.
ALTA RESISTENCIA Y FLEXIBILIDAD CON UN PESO LIGERO.**

MELI PIRALLA? MODELO A ESCALA IGLESIA VIRREINAL

**EDIFICACIÓN CON LADRILLOS DE
PLÁSTICO POLITETILENO DE ALTA
DENSIDAD (PEAD), TÉRMICO, ABATE
COSTOS.**



**PREMIO NAL. DE VIVIENDA CONAFOVI -2003
ING. MARIANO NÚÑEZ.**



CITRUM –CONCRETO GRIS hasta 950 kg/cm²

ILUM - CONCRETO TRANSLÚCIDO – 950 kg/cm²

CONCRETO CONDUCTIVO PASO DE ELECTRICIDAD

OMAR GALVÁN C. Y JOEL SOSA G. ESTUD-ING. UAM.

COMPORTAMIENTO BI-LINEAL ELÁSTICO CARGA-DEFORMACIÓN Y CAPACIDAD DE RESPUESTA ADAPTATIVA

PDDA

PBDC

FRP, Fiber Reinforced Polymers

ECC, Engineered Cementitious Composites

R/ECC Reinforced ECC

Auto-adaptive response
Stability
Residual displacement
Damage tolerance

**STRUCTURAL
MECHANICS**

Steel ductility
FRP elasticity
ECC ductility

Frame configuration
Member dimensions

**MICRO-
MECHANICS**

Fiber
Matrix
Interface

Workability
(Mixing, Casting)

**Diseño Integral de
Estructuras y
Materiales ISMD**

PUENTE SUNDOYA EN NORUEGA, A SÒLO 100 km. AL SUR DEL CÌRCULO ÀRTICO -LWC



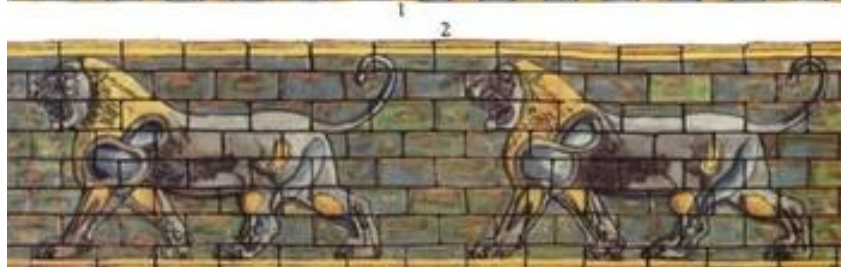
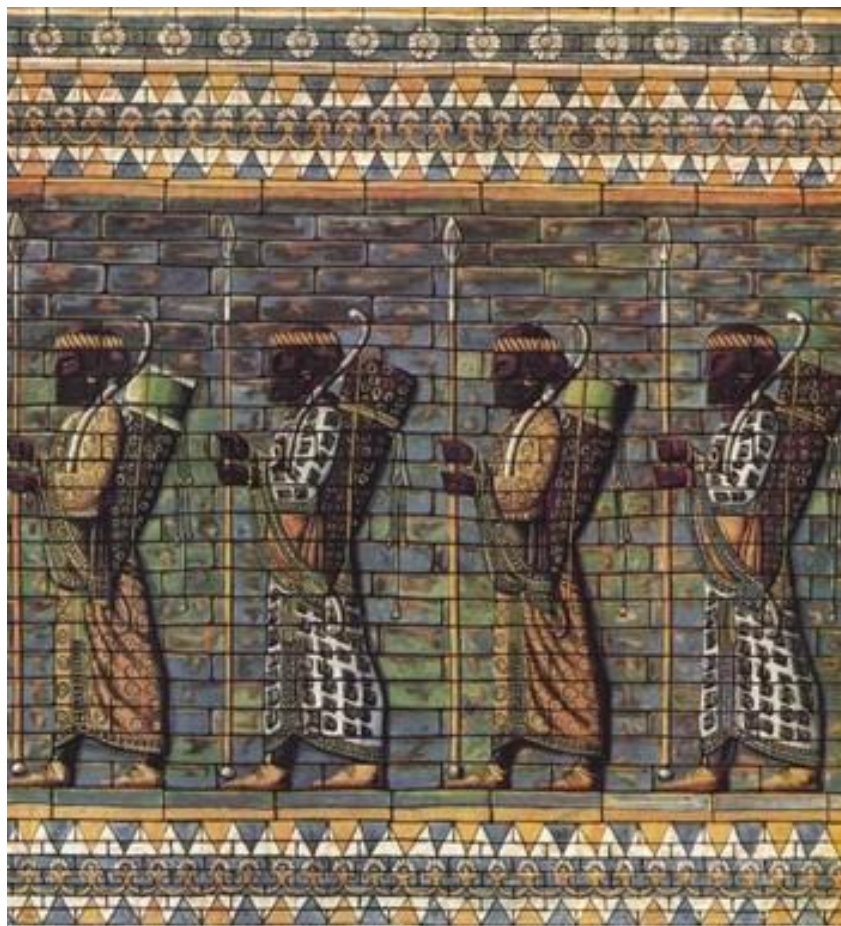
**DE TRES CLAROS,
EL PRINCIPAL DE 298 m. Y DOS LATERALES DE 120m.**

**EL CLARO PRINCIPAL SERÀ EL 2o. MÀS LARGO EN EL
MUNDO PARA PUENTES DE SECCIÒN CAJÒN
POSTENSADO**

Palacio Real de Babilonia
604 – 582 A.C.

ESMALTADO DE COLORES

EXPERIMENTACIÓN





SMIE ¿PARA **ALIGERAR** EL PESO
DE ESTRUCTURAS ENORMES ?

INGENIO...



PANTHEON DE ROMA

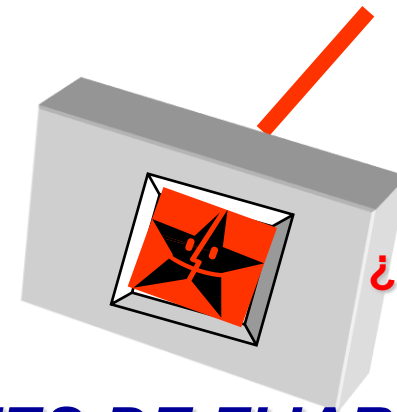
LA CÙPULA DE MAMPOSTERÀ DE
LADRILLO,

¿ALIGERAMIENTO
ADICIONAL?

CASETONES HUECOS

INTRODUJERON LA **NERVADURA** COMO TIRANTE DE
SUSTENTACIÓN

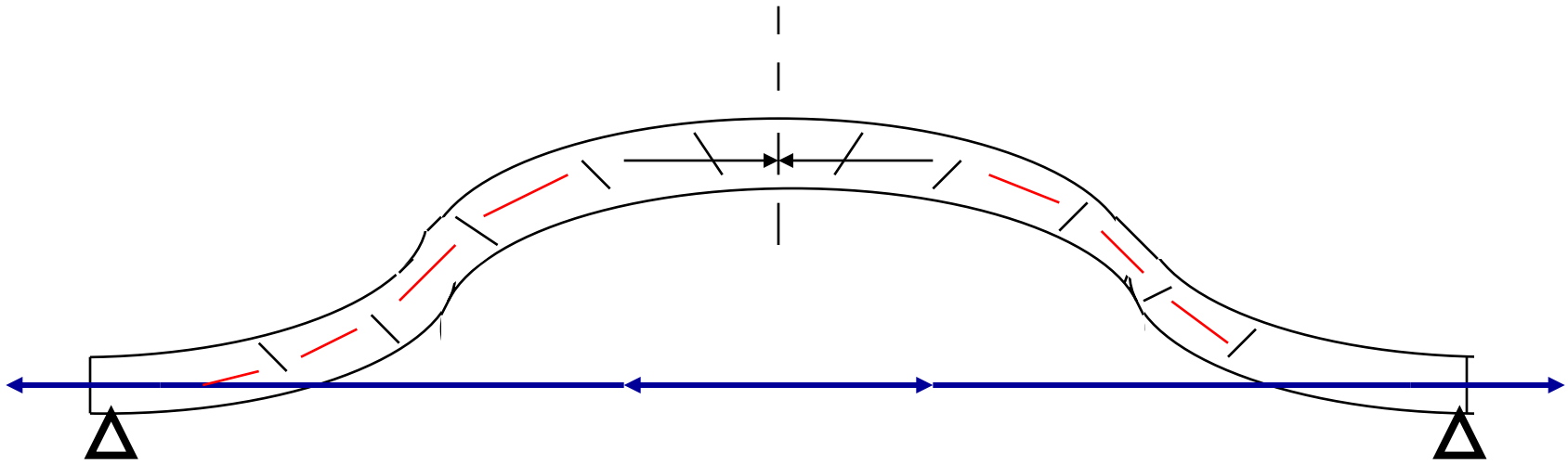
**“SE USÒ PARA TENSORES
DESDE ÈPOCAS ANTIGUAS”**



**¿POSTENSADO
TÈRMICO?**

**“...SE CALENTABA LA BARRA ANTES DE FIJARLA,
PARA QUE AL ENFRIARSE SE ACORTARA Y QUEDARA
TENSADA”**

**ARCO DE PIEDRA ATENSORADO:SE OBTIENE UNA
SOLUCIÓN ESTRUCTURAL.**



CONTEXTO 1800`s

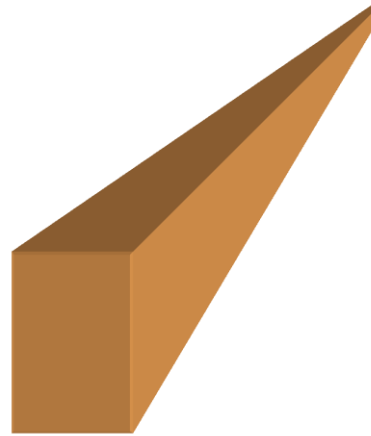
EL EMPIRICISMO DEL **SIGLO XVII** FUE REEMPLAZADO PRIMERO:

POR PRUEBAS DE CARGA A GRAN ESCALA Y CÀLCULOS TENTATIVOS Y DESPUES POR:

1850 POR PRUEBAS A COMPONENTES AUNADO AL **ANÀLISIS ELÀSTICO** Y SEGUIMIENTO DE PRUEBAS POR **CONTROL DE CALIDAD**.

SECCIONES TRANSVERSALES

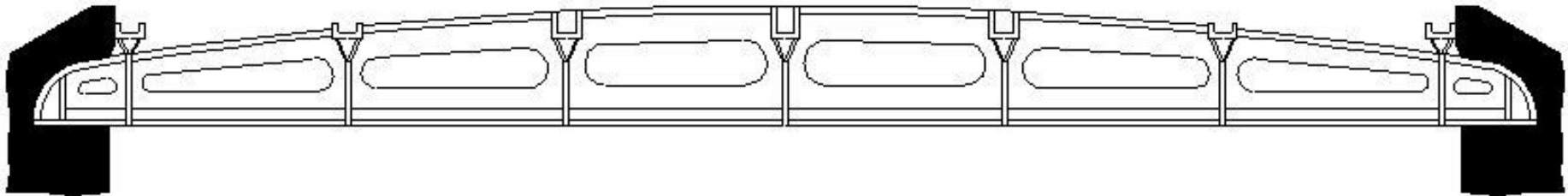
**CON LA MADERA FUE POCO NECESARIO
CONSIDERAR VIGAS QUE NO FUERAN OTRAS QUE LAS DE
SECCIÓN RECTANGULAR**



**.....NOS LLEVARÀ A LAS ACTUALES SECCIONES
TRANSVERSALES DE MIEMBROS ESTRUCTURALES
PRESFORZADOS**

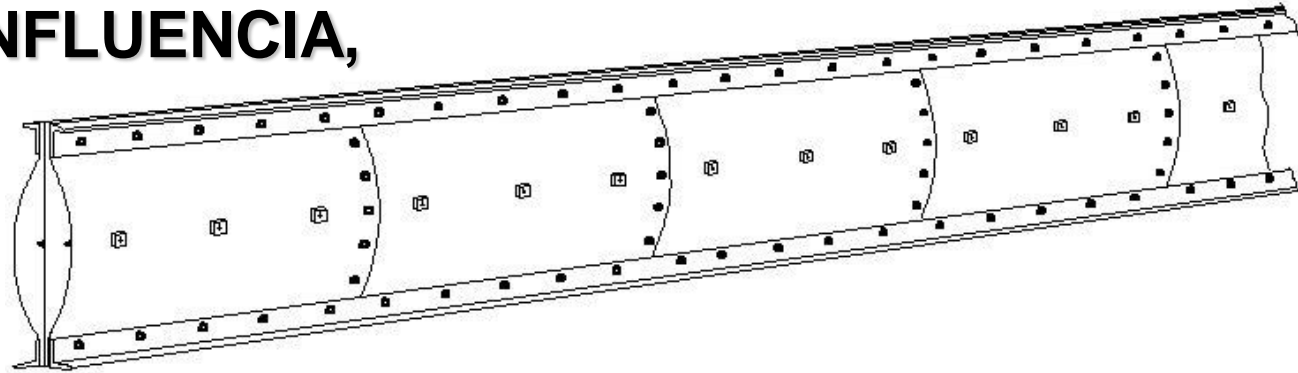
LA REGLA DE TREDGOLD PARA UNA VIGA DE HIERRO FUNDIDO, SECCIÓN RECTANGULAR, LONGITUD L Y CARGA W,

$$W = \frac{C \cdot b d^2}{L}$$



Cast iron girder spanning 12,5 metres in the floor of King's Library of British Museum: early 1820's by J.U. Rastrick.

1839 VIGA DE HIERRO COLADO USADA EN EL PALACIO DE INVIERNO EN SAN PETERSBURGO, LA CUAL NO TUVO GRAN INFLUENCIA,



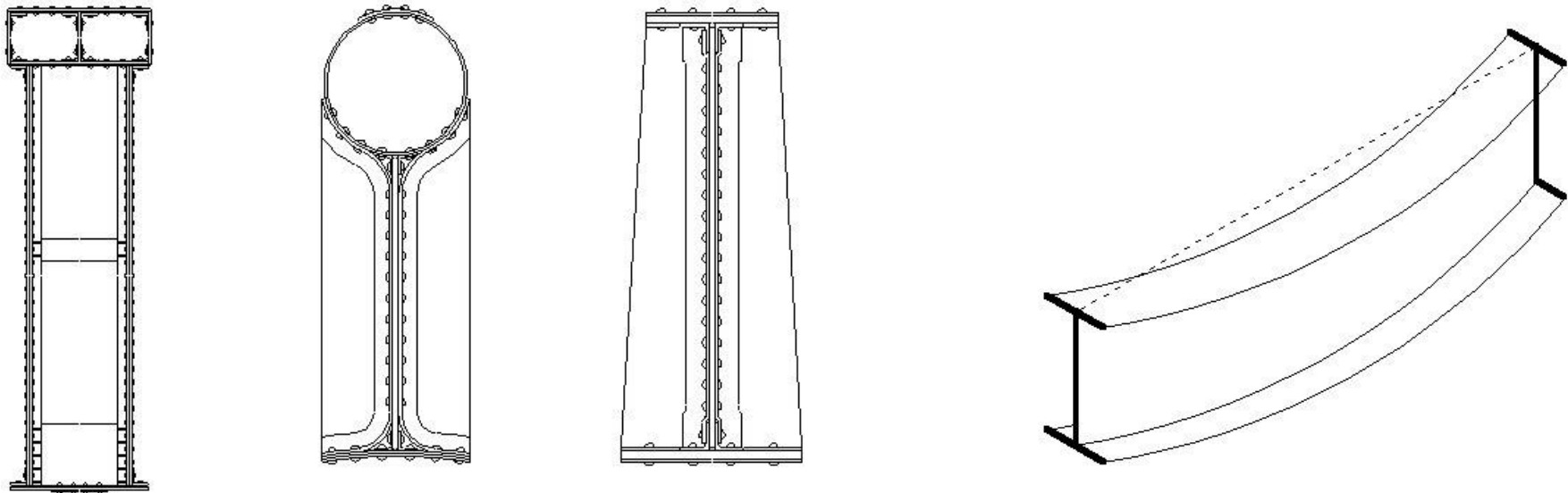
Tubular wrought iron beam for the Winter Palace,
St. Petersburg of 1839

PRUEBAS HECHAS A VIGAS TUBULARES, SE COMPROBÒ QUE LA SECCIÒN RECTANGULAR ERA MÀS EFICIENTE ESTRUCTURALMENTE HABLANDO QUE LAS SECCIONES CIRCULARES O ELÌPTICAS.

LA FORMA TUBULAR, MIEMBROS SUJETOS A COMPRESIÓN, GRADUALMENTE EVOLUCIONÒ A....

LA VIGA I SIMPLE DE HOY.

SE MUESTRA ALGUNOS PASOS DE ESTA TRANSICIÓN



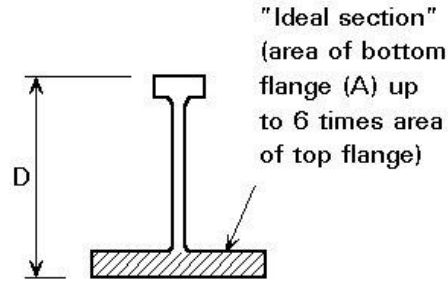
Evolution of riveted wrought iron I beam from tubular form.

DESDE LA DÉCADA
DE 1830`s LA REGLA
PRÀCTICA DE **ONWARDS**
FUÈ CONFRONTADA POR
LA....

**“SECCIÒN IDEAL” DE
EATON HODGKINSON**

**PARA VIGAS I DE
HIERRO COLADO.**

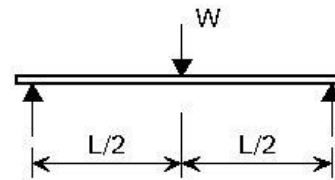
**LA SECCIÒN TRANSVERSAL
EN VIGAS VIÒ EL
DESARROLLO DE LA 1a:**



(a) General case (no reference to stress)

$$\text{Breaking load} = W_{ULT} = \frac{C.A.D.}{L}$$

where L = span
C = a constant

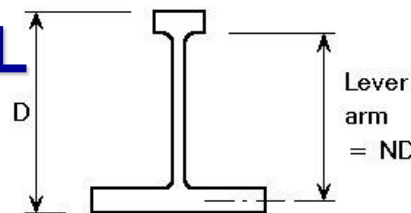


(b) Particular case (test basis and results)

$$W_{ULT} = \frac{26 A.D.}{L} \quad \text{or} \quad \frac{24 A.D.}{L}$$

Cast erect Cast on side

where L,A,D are in inches
W is in tons



(c) Equivalent to (b) in terms of stress

$$W_{ULT} = \frac{4t N.A.D.}{L}$$

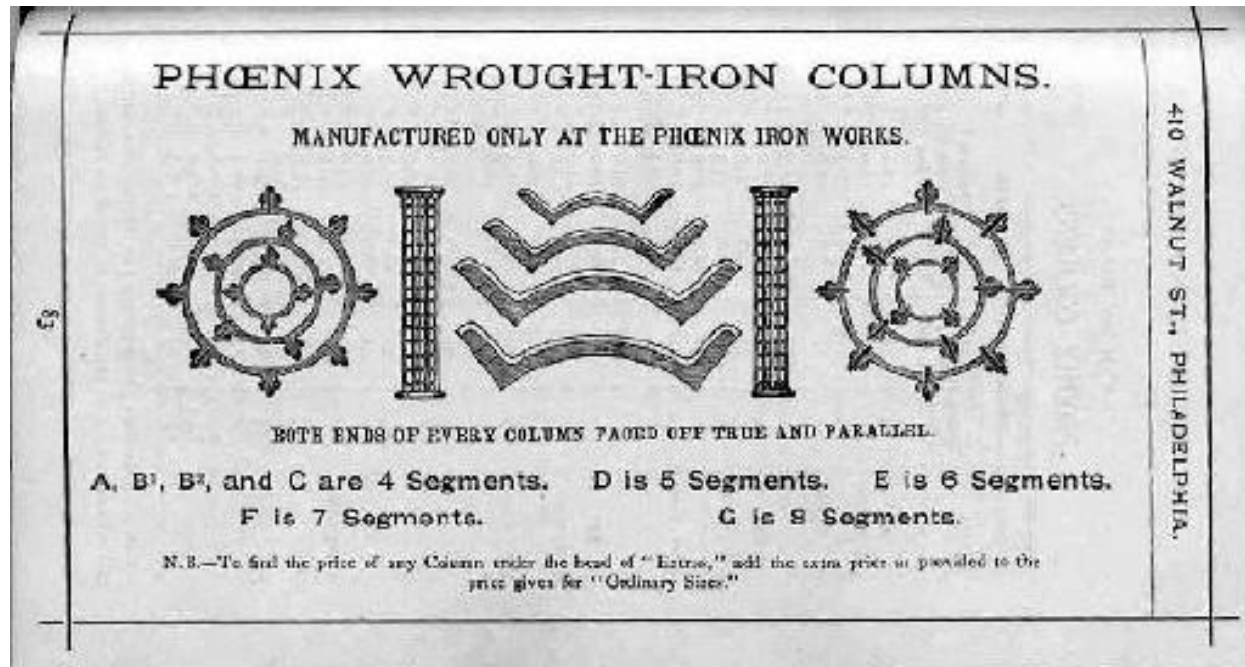
where t = ultimate tensile
strength of cast iron

Eaton Hodgkinson's formula for
the strength of cast iron
beams of his "ideal section"

VIGA SECCIÒN T INVERTIDA

COLUMNAS

EATON HODGKINSON TAMBIEN HIZO ESTUDIOS EXAUSTIVOS EN COLUMNAS DE HIERRO FUNDIDO Y PUBLICADOS EN 1840.



Phoenix Iron Works, C.A. 1872

LA SECCIÓN I DE COLUMNAS

**CRUCIFORME Y DESPUÉS A
SECCIÓN CIRCULAR HUECA
(Circular Hollow Section)**



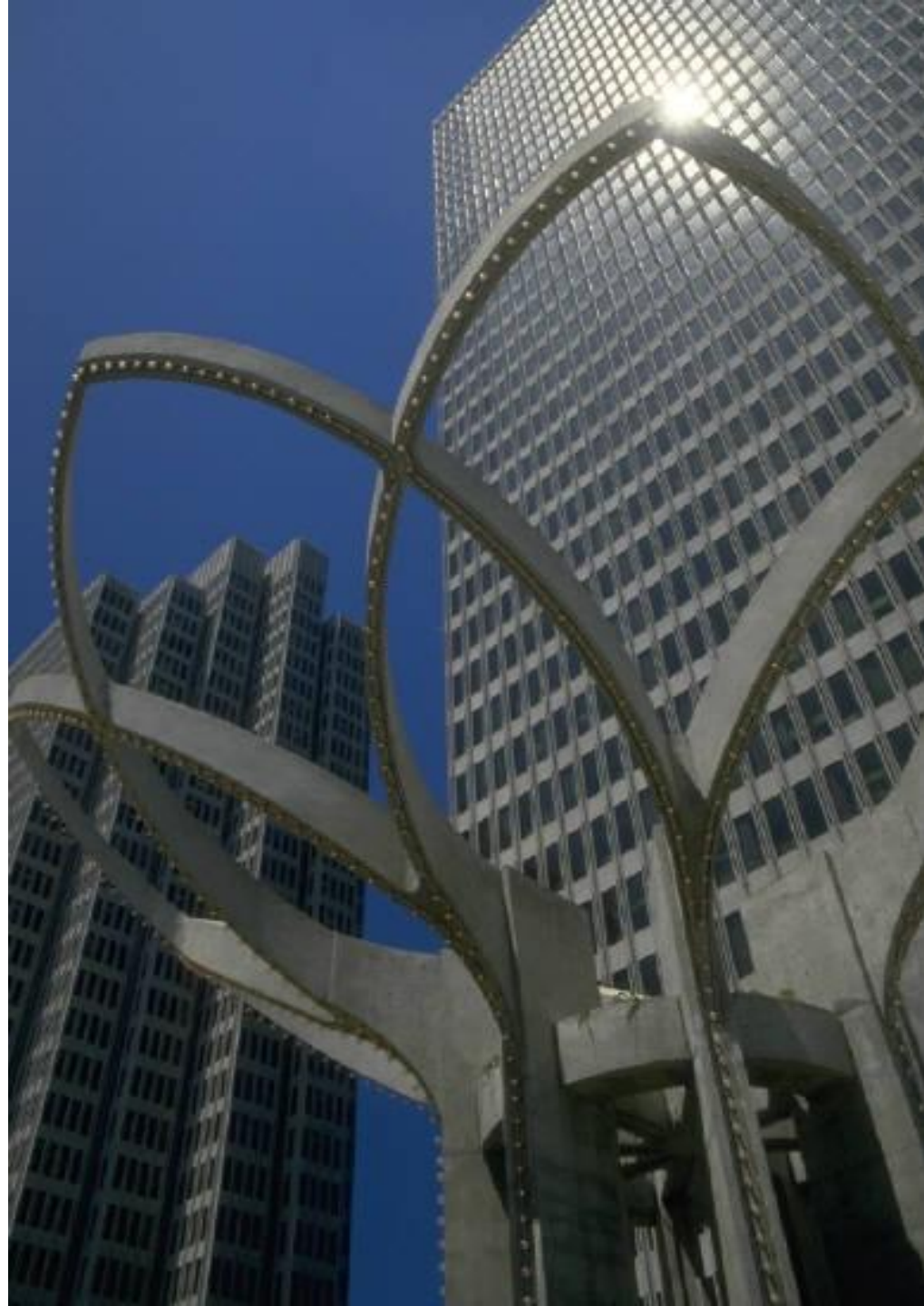
**ESTE PERÍODO DE DISEÑO ESTRUCTURAL USANDO
HIERRO SE CARACTERIZÓ MAS,
POR LA EVOLUCIÓN DE FORMAS
QUE DE NUEVOS SISTEMAS**

SISTEMAS DE PISO (10)

PISOS DE TERRACOTA EN LOS CUALES BLOKS HUECOS DE TERRACOTA DESCANSABAN EN PATINES INFERIORES DE LAS VIGAS. SIRVIERON TAMBIEN COMO PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.

1846 LA 1a. VIGA DE HIERRO FUNDIDO FUE ROLADA EN FRANCIA CON EL SUBSECUENTE DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE PISO TALES COMO SYSTÈME VAUX Y EL SYSTÈME THUASNE.

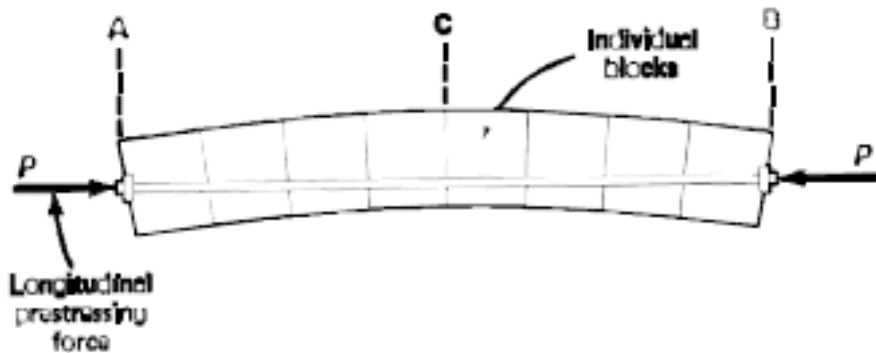
EL MUNDO DEL PRESFORZADO 1872?



Enero 3 de 1888

P.H. JACKSON,
CALIFORNIA:
PARA FUNCIONAR
COMO UNA LOSA DE
PAVIMENTO.

Licence U. S. 375999



**Nawy (2000) Prestressed Concrete - A
Fundamental Approach Prentice Hall**

(No Model.)

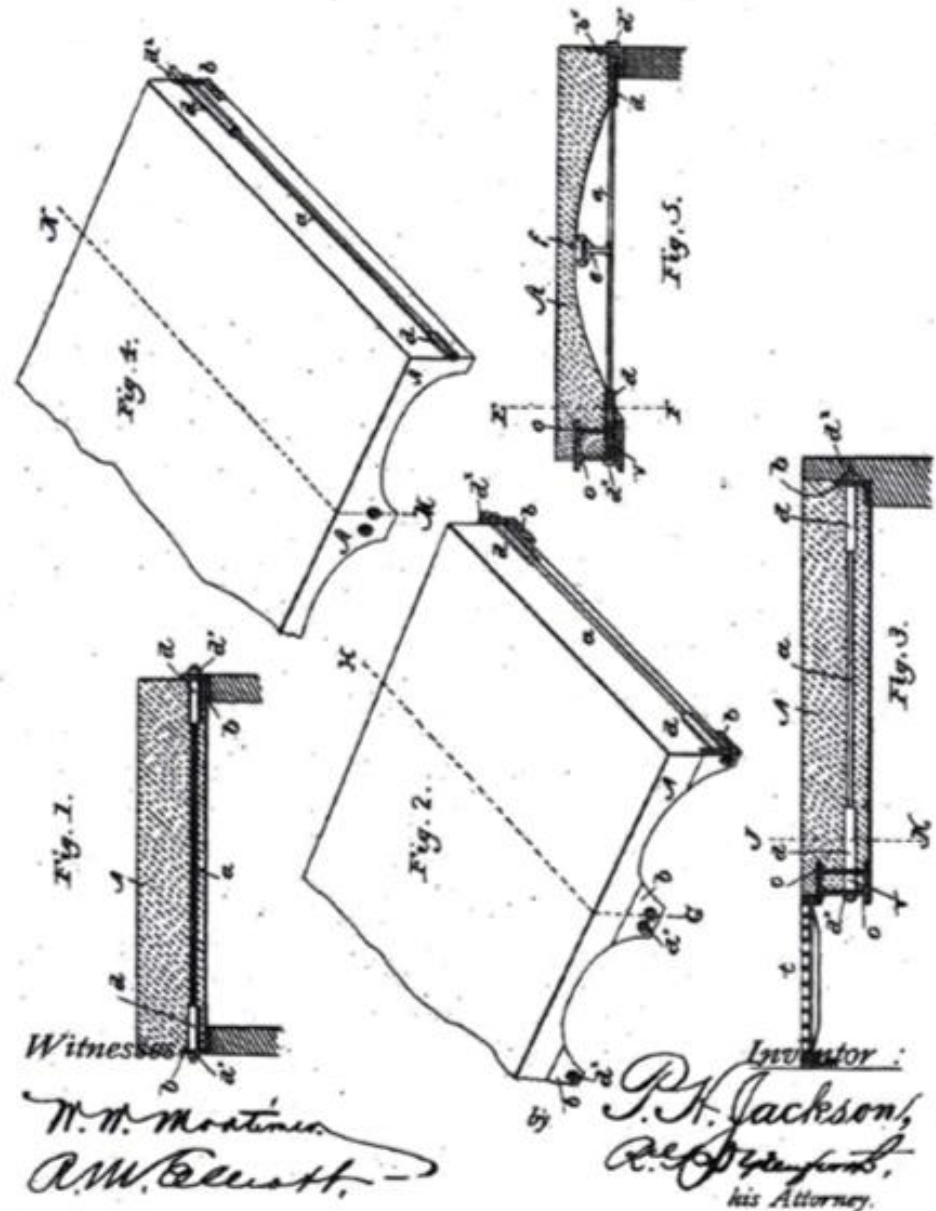
P. H. JACKSON.

2 Sheets—Sheet 1.

CONSTRUCTION OF ARTIFICIAL STONE OR CONCRETE PAVEMENTS.

No. 375,999.

Patented Jan. 3, 1888.

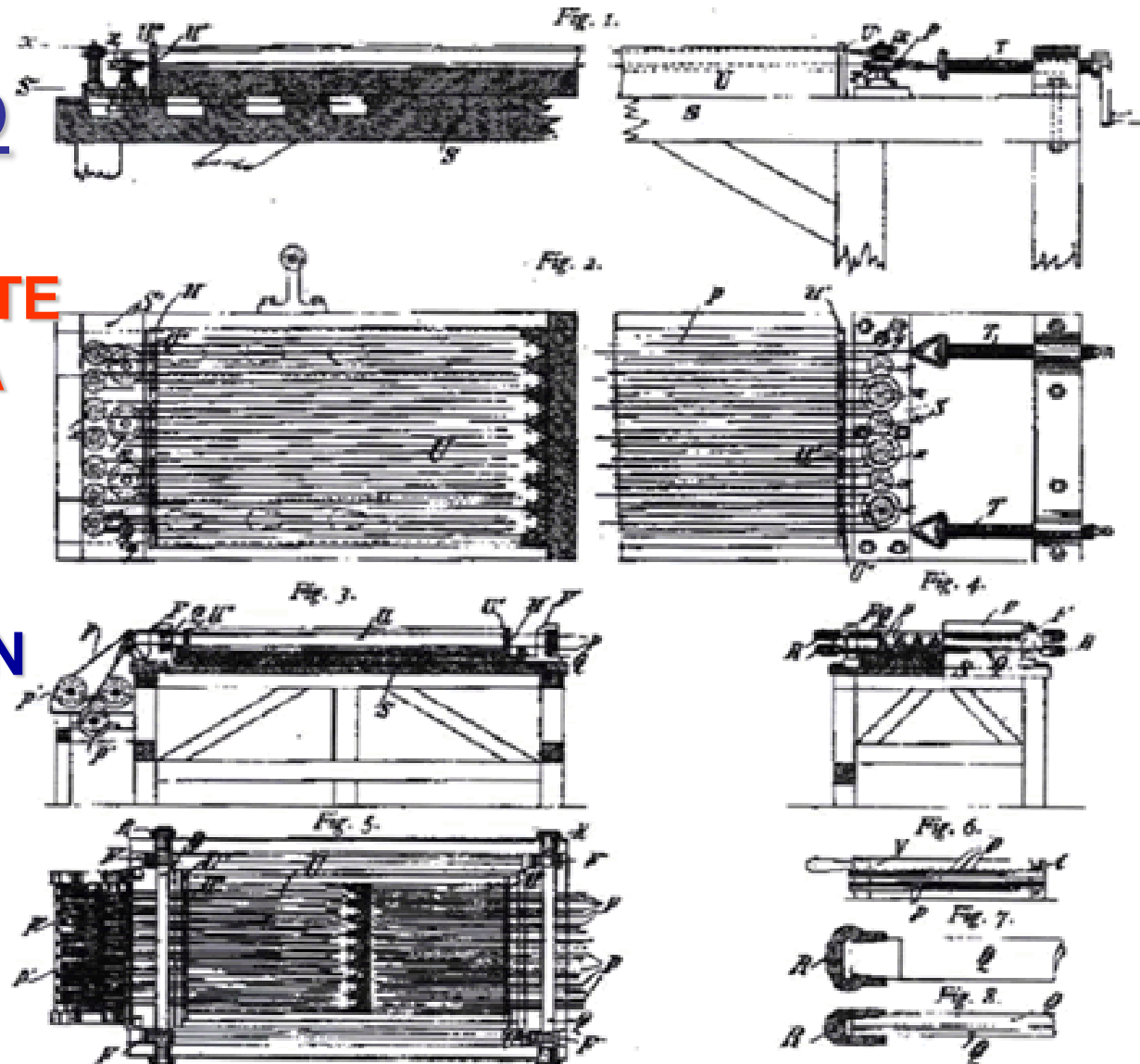


EN EL MISMO AÑO

**C.F.W. DOEHRING
EXPUSO CLARAMENTE
EL CONCEPTO DE LA
PRECOMPRESIÓN,**

LOSA O VIGA

**PERO LA APLICACIÓN
PRÁCTICA NO TUVO
ÉXITO. PATENTE EN
BERLÍN**



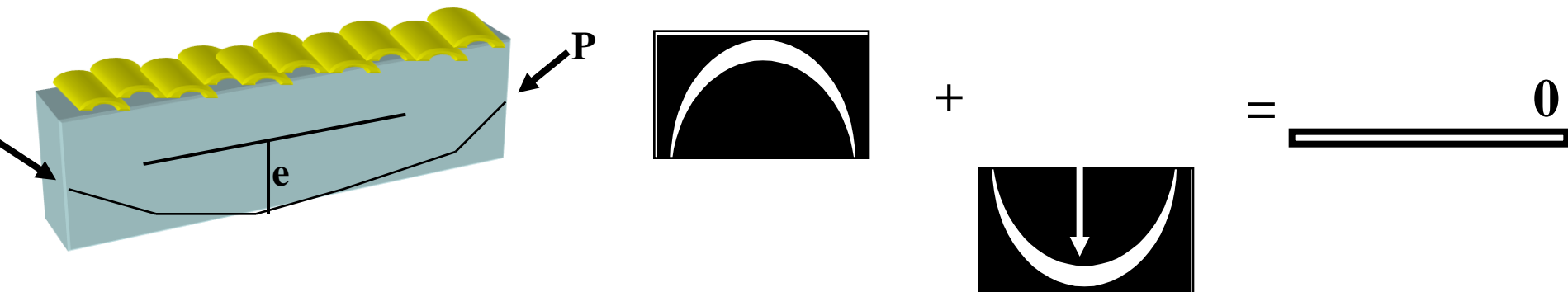
¿CUAL ES LA DIFERENCIA?

PRECURSOR DE LA HOLLOW CORE SLAB

Lin, Burns (1981) "Design of Prestressed Concrete Structures" Wiley & Sons Inc.



DIAGRAMAS DE MOMENTOS FLEXIONANTES



1889 **INICIOS: COTTANCIN; REALIZA SUS
PRIMEROS FORJADOS NERVADOS**

Y EN INGLATERRA

PISOS DE VIGUETA CON RELLENO: ('Filler Joist' Floors)

LO USUAL DURANTE LA PRIMERA PARTE DEL SIGLO XX.

1891 **FRANCOIS COIGNET; 1er. FORJADO
DE VIGAS PREFABRICADAS EN BIARRITZ**

**EN MUCHOS ASPECTOS ESTOS PISOS PUEDEN SER
VISTOS COMO **PRECURSORES** DE**

**LOS SISTEMAS DE PISO MIXTOS
Y DE CONCRETO REFORZADO**

1901 - 1902, APORTACIÓN: E. L. RANSOME

PATENTÒ UN SISTEMA DE BANDA EXTERIOR
PARA **SUJECCIÓN DE MUROS** EN PISOS SUPERIORES.

VARILLAS SECCIÓN
CUADRADA TORCIDAS,
PATENTADA en 1884



TAMBIEN DESARROLLÒ LAS
PRIMERAS UNIDADES DE **MUROS**
PREFABRICADOS
EDIF. INGALLS. CINCINNATI, OHIO



1906 APORTACIÓN: PAUL PLANAT TRATADO DE CONSTRUCCIÓN “**L’ART DE BÂTIR**”, ENCONTRAMOS UN SISTEMA DE **FORJADO** ...“**EL BOUSSIRON**”

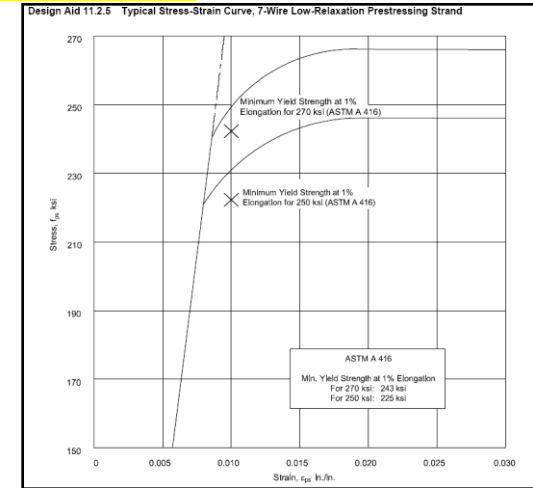
CON **BOVEDILLAS A MODO DE ENCOFRADO** COLADO DE MANERA UNITARIA Y DE ESPESOR REQUERIDO, EN LA ZONA ENTRE NERVADURAS

....**CREATIVIDAD**

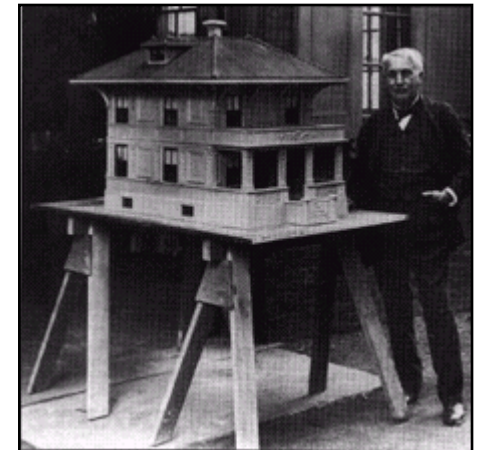
1907 DURABILIDAD. LA PRIMERA REFERENCIA QUE EXISTE DE ESTUDIOS AL RESPECTO, TRATA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DURANTE 20 AÑOS DE PROBETAS.

1907 KOENEN – ENSAYOS CON ACERO EN EL SECTOR F.F.C.C.. PARA EVITAR SU FISURACIÓN Y OXIDACIÓN

POR BAJA TENSIÓN DEL ACERO NO SE PUDO COMPENSAR SU PÉRDIDA DE ESFUERZO, CAUSADA POR LA TRACCIÓN Y DEFORMACIÓN PLÁSTICA DEL CONCRETO.



1908 THOMAS ALVA EDISON
CONSTRUYÓ 11 HOGARES DE
CONCRETO **MOLDEADOS** EN SITIO EN
UNION, NUEVA JERSEY.

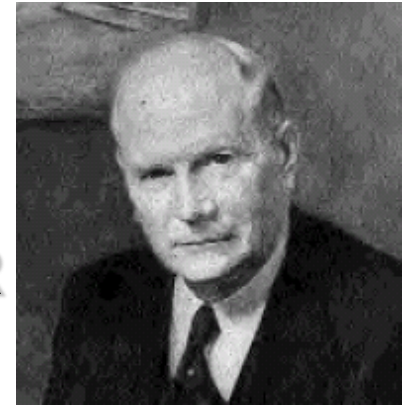




1879 - 1963

ES **FREYSSINET** QUIÉN
IMPULSA ESTE AVANCE DESDE
LOS PRIMEROS AÑOS DEL
SIGLO XX, EXPERIENCIAS QUE
NO HABÍAN FRUCTIFICADO

MULTITALENTOSO: **GUSTAVE MAGNEL**
EXCELENTE **PROFESOR**, CONSTRUCTOR
Y GRAN COMUNICADOR.



1889 - 1955

APORTACIÓN: ULRICH FINSTERWALDER
METODO: DOBLE VOLADIZO SIN ANDAMIOS,
CONTENEDORES PETRÓLEO MAR ADENTRO



1897 - 1988



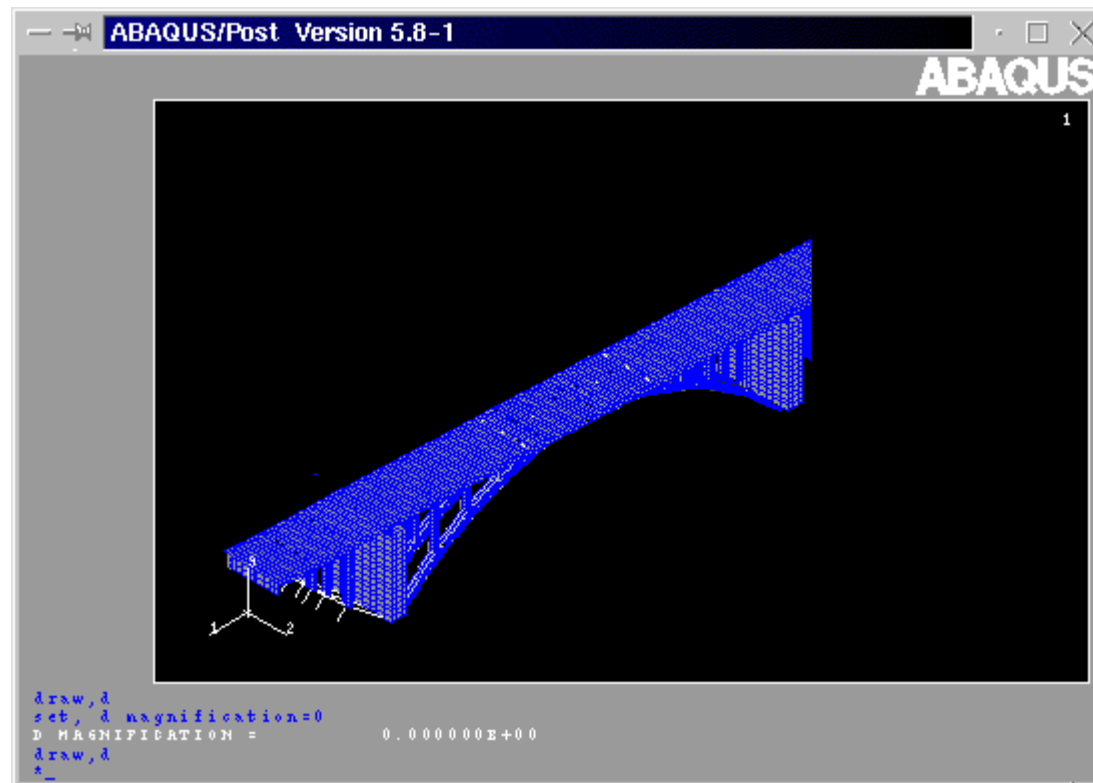
1962 PUENTE BENDORF

ASÍ, EN 1910 FREYSSINET

- EMPEZÓ A **EXPERIMENTAR** CON EL
**DESLIZAMIENTO DEL ACERO CON RESPECTO AL
CONCRETO.**
- ANALIZÓ EL PROBLEMA DE **RELAJACIÓN** DEL ACERO.
- PROPUESTA DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA Y
ESTABLECIÓ LA TENSIÓN DEL ACERO EN 10,000 Kg/cm².
- DESENCOFRADO DE **ARCOS** Y REALIZA LOS PRIMEROS
CONCRETOS PRETENSADOS.



1911 PUENTE VEUDRE SOBRE EL RÌO ALLIER



1921 /23 FREYSSINET; HANGAR
EN ORLY (PARIS).

VIBRADO EN LA CONSTRUCCIÓN
DE LA LÁMINA.



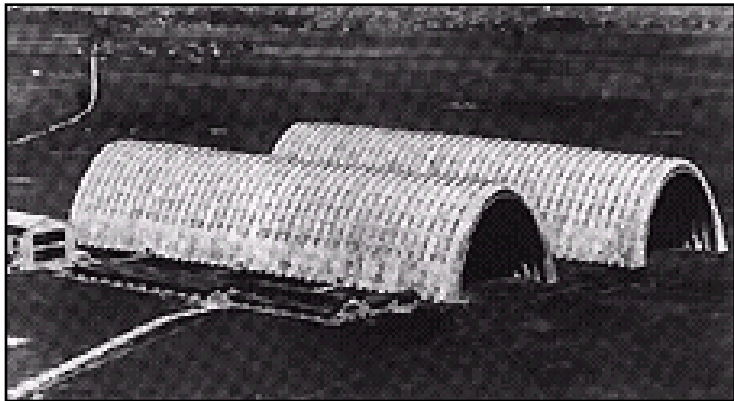
APORTACIONES:

BÓVEDAS CON **NERVADURAS** SUPERIORES,
ENCOFRADOS DESLIZANTES

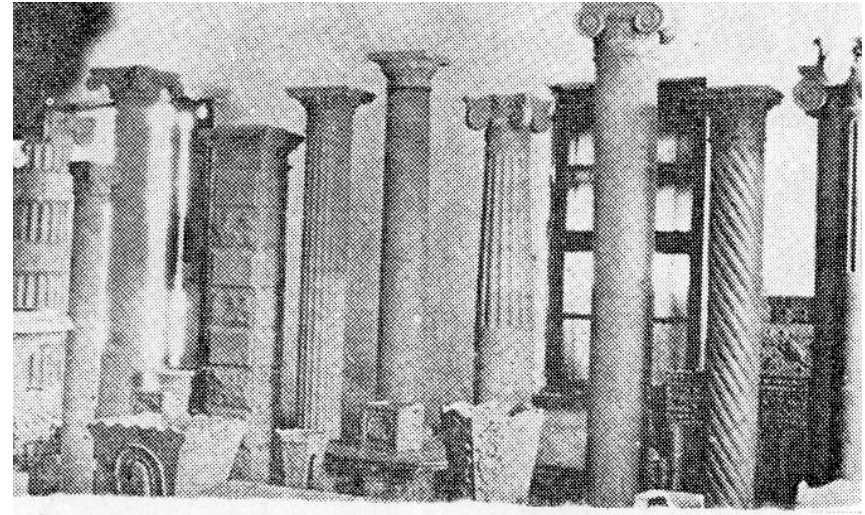
DISPOSITIVOS A BASE DE **CUÑAS CÒNICAS** CO-
LOCADAS EN LOS EXTREMOS DE LOS CABLES
QUE PERMITÌAN EL ANCLAJE DE LOS MISMOS
Y ASÌ PONERLOS EN TENSION



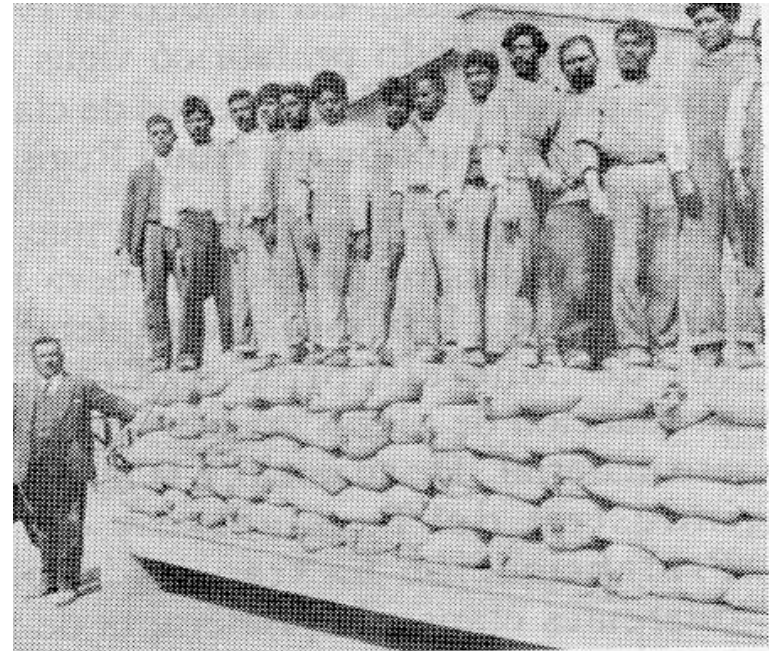
**LOS HANGARES DE
ORLY SE
CONSTRUYERON
COMO CUERPOS
PARABÓLICOS
DOBLADOS, CON LO
QUE ELIMINÓ LA
OPOSICIÓN ENTRE
PARED Y TECHO.**



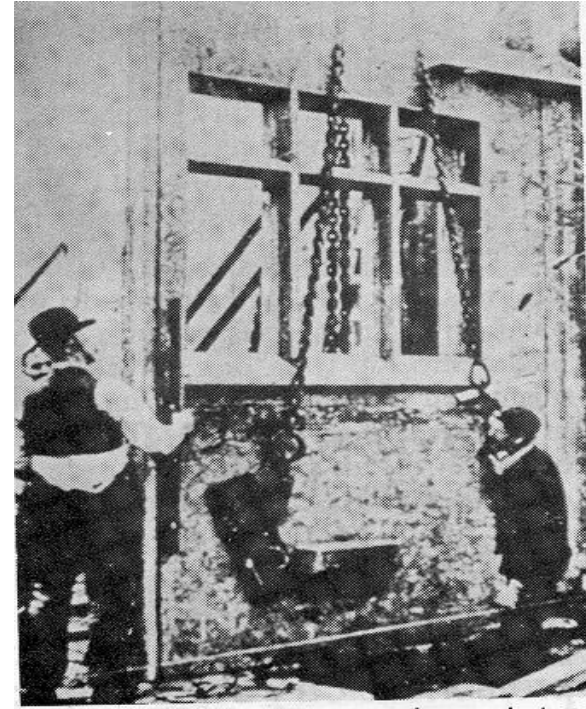
**1925 EN MÉXICO EXISTÍAN
FÁBRICAS DE PRODUCTOS
CON COLUMNAS DE
ACUERDO AL GUSTO DEL
CLIENTE (12)**



**Y LA FÁBRICA “LA CRUZ
AZUL” PRODUCÍA VIGAS I
DE CONCRETO ARMADO (12)**



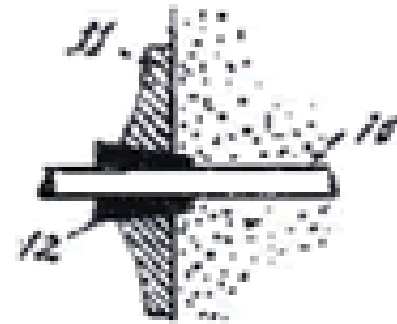
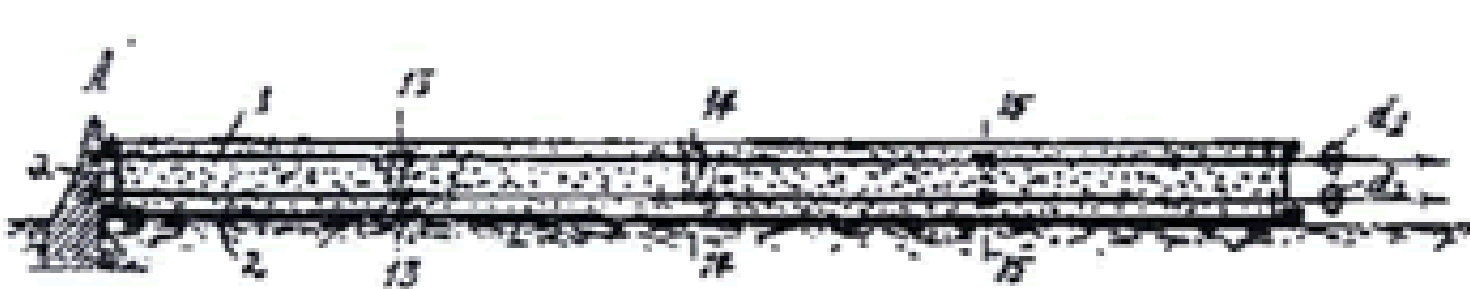
1927 REBOLLEDO ELABORÓ ELEMENTOS AL PIE DE LA OBRA, “IN SITU”, PARA SU FÁCIL MANEJO Y COLOCACIÓN EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO DE 14 m., DE CLARO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL HOTEL REGIS (25)



ES HASTA 1929 CUANDO FREYSSINET REGISTRA SU PRIMERA PATENTE Y ESTABLECE SU **TEORÍA DEL CONCRETO PRETENSADO, LO QUE HABÌA EXIGIDO...**

PRAXIS !

- **E. Freyssinet**, **J. Seailles**, Brevet d'Invention n. 680.547, Procédé de fabrication de pièces en béton armé, **2 octobre 1929**, Parigi, dettaglio del sistema di tensionamento dei cavi e del sistema di ancoraggio con piattello conico e cunei metallici.



APORTACIÓN: EUGENE HOYER A FINALES DE LOS 30`s EL ANCLAJE DEL ACERO POR ADHERENCIA, MEDIANTE EL EMPLEO DE ALAMBRES DE ALTA RESISTENCIA:
“CUERDAS DE PIANO”

RESULTADO? MAYOR REGULARIDAD EN LA TENSIÓN DEL ESFUERZO DE PRETENSADO.



SIN EMBARGO, NINGÚN PAÍS DE EUROPA SE INTERESÒ....

SOLUCIONES CREATIVAS A CONTRADICCIONES

UNA CONTRADICCIÓN APARECE, CUANDO TRATANDO DE
MEJORAR UNA PROPIEDAD DESEABLE, OTRA SE
DETERIORA.

PENSEMOS EN LA SOLUCIÓN QUE SE LE DIO A LA
SIGUIENTE CONTRADICCIÓN:

CONSTRUIR UNA LOSA QUE POR UN LADO SEA
RESISTENTE, Y POR OTRO, SEA **LIGERA.**

RESTRICCIONES???

**UNA SOLUCIÓN ENCONTRADA PARA
RESOLVERLA, FUE:**

EMPLEAR UN MATERIAL LIGERO.....

COMBINADO CON OTROS RESISTENTES COMO....

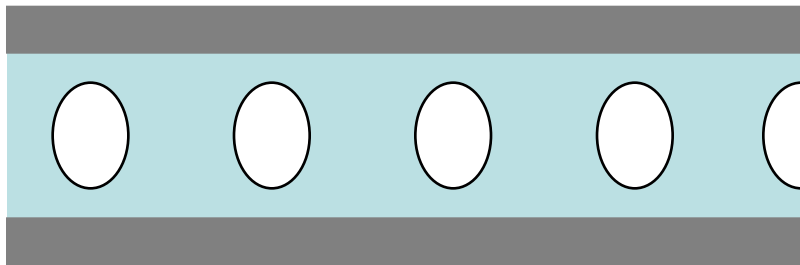
ALTSHULLER (1926-1998) – SISTEMA TRIZ (por sus siglas en ruso)
ACRÓNIMO RUSO DE

TEORÍA PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INVENTIVOS.

***“...USTED NO PUEDE PRETENDER
SEGUIR HACIENDO SIEMPRE LO MISMO
Y OBTENER RESULTADOS EXTRAORDINARIOS...”***

**EN LOS 30`s APORTACIÓN: ...LOS ALEMANES
SCHAEFER Y KUEN**

**BASES PARA LA FABRICACIÓN DE UNA LOSA MUY
PARECIDA A LA QUE HOY CONOCEMOS COMO “LOSA
ALVEOLADA O HUECA” (*HOLLOW CORE*) (15)**



INGENIO....

RESTRICCIONES???

**...CREATIVIDAD...MODELOS
EXPERIMENTALES!**

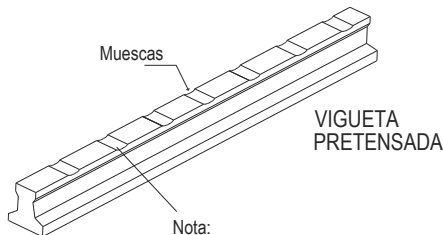
EN LA DÉCADA DE 1940

EL CONCRETO PRETENSADO ES IMPULSADO POR LA AGUDA **ESCASEZ DE ACERO** EN EUROPA, AL FINALIZAR LA GUERRA Y COMENZAR LA RECONSTRUCCIÓN.



FUE BÁSICAMENTE UNA INVENCION EUROPEA,

LAS APLICACIONES INICIALES SE DIERON EN LOS ESTADOS UNIDOS.

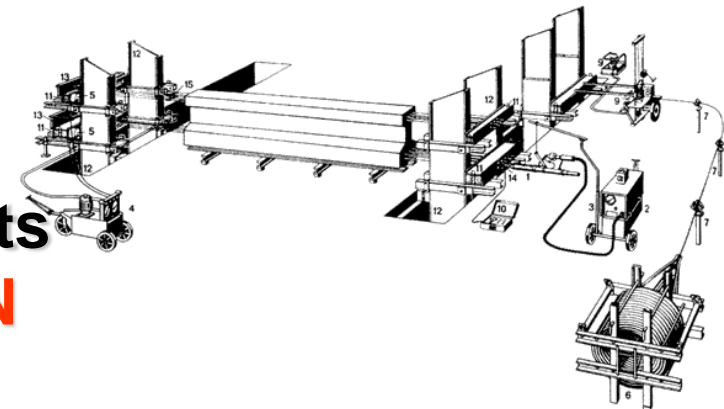


Nota:
Las Muecas permiten hacer una llave mecánica con el colado de la losa de compresión, lo que impide el desplazamiento de las viguetas, en caso de sismo.

1948 EN ESPAÑA EMPEZARON A EMPLEARSE LOS FORJADOS CON **VIGUETAS PRETENSADAS**

1948 1er ACERO DE BAJA RELAJACIÓN
DESARROLLADO POR **JOHN A. ROEBLING & SONS Co.**

RAYMOND CONCRETE PILE Co. (posteriormente Raymond International) ESTABA CONSTRUYENDO **PILAS DE CONCRETO PRESFORZADO** PARA PLATAFORMAS PETROLERAS EN EL GOLFO DE MÉXICO.

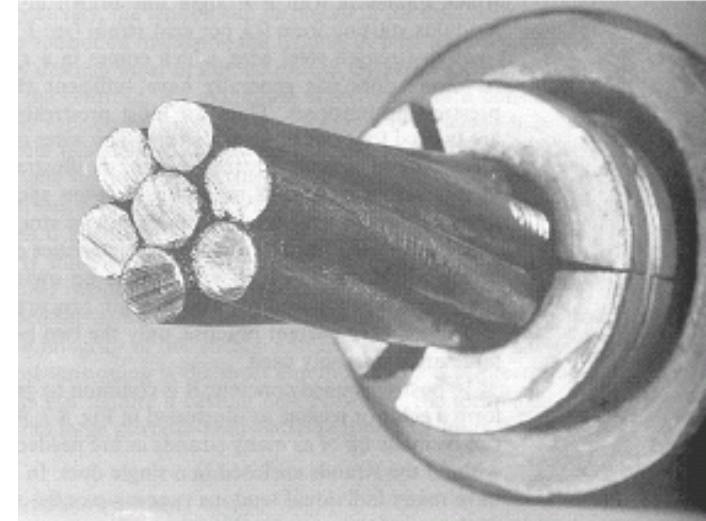


1949 1a. CAMA DE PRETENSADO:
VIGAS EN PUENTES Concrete Products
Co. of America.**EXPERIMENTACIÓN**
EN EL DISEÑO DEL EQUIPO

¿UN ACERO DE PRESFUERZO MÀS EFECTIVO ?

“...LA RESPUESTA LLEGÒ EN MAYO
DE 1949 **BASKING**

VISITA UNA PLANTA DE
PREFABRICADOS EN INGLATERRA,
OBSERVA LA FABRICACIÓN DE
VIGUETAS PRETENSADAS DE CLARO
CORTO Y CIMBRA USANDO
ALAMBRES DE 2 mm (0.076 in.)



APORTACIÓN: BASKING...



DÉCADA DE LOS '50

SMIE 1949-1950 PUENTE WALNUT LANE EN PHILADELPHIA; DISEÑADO POR GUSTAVE MAGNEL.

1a. APLICACIÓN TRAMOS DE VIGAS POSTENSADAS

PUENTE MADISON COUNTY BRIDGE Y ESTADIO FAYETTEVILLE, TENNESSEE; DISEÑADO POR ROSS H. BRYAN

VIGAS POSTENSADAS EN PUENTES: MICHIGAN; DISEÑO POR C. L. JOHNSON



ACI?

1951 PRIMERAS TRABES PRESFORZADAS EN EDIFICIOS, TULSA, OKLAHOMA.

1a. CONFERENCIA SOBRE CONCRETO PRESFORZADO EN EL M.I.T.

1952 SE CREA LA **F.I.P.** (FEDERACIÓN INTERNACIONAL DEL PRETENSADO) EN CAMBRIGE

1952 APORTACIÓN: PERLMUTTER, ALTENBERG Y SACHTER DESARROLLAN Y PATENTAN LADOBLE T (TWIN TEE, DOUBLE TEE O DT).



DOBLE T DE 1.82 m
(6 ft) DE ANCHO
PRESTRESSED
CONCRETE of
COLORADO.

TECNOLOGÍA....

**1952 PRIMER PROYECTO DE EDIFICACIÓN
EN FLORIDA CON LOSAS PRESFORZADAS,
BELLE GLADE, FLORIDA.**

¿MOLDES?



**1952 LA DOBLE T DE 1.22 m
(4 ft) DE ANCHO ES
DESARROLLADA EN
FLORIDA POR HARRY
EDWARDS**

**1953 APORTACIÓN: INICIOS DE MOLDES DE ACERO PARA
CAMAS DE PRETENSADO
FLORIDA PRESTRESSED CONCRETE Co.**



1953 APORTACIÓN: LOSA
ALVEOLAR (HOLLOW-
CORE SLAB) ES
PATENTADA COMO
SPANCRETE POR HENRY
NAGY IN USA.

1954 PRIMERAS **ESPECIFICACIONES**
SOBRE CONCRETO PRETENSADO:
HARRY EDWARDS,
CON BASE EN LA:

EXPERIMENTACIÓN,
...TECNOLOGÍA

...Y EN LA PLANTA DE **ARTHUR ANDERSON**, TACOMA, Wa.,
SE ELABORA CONCRETO CON **CERO REVENIMIENTO** EN
UNA MEZCLADORA HORIZONTAL