

00169

1
Si

**"RESULTADO DE PRUEBAS MECÁNICO-FUNCIONALES
DE UN NUEVO ENLACE PARA VARILLA"**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
DISEÑO INDUSTRIAL EN EL AREA DE ERGONOMÍA PRESENTA:

D.I. OCTAVIO AUGUSTO CROSS LÓPEZ DE LLERGO

POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL - DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Director de Tesis

Ing. Ulrich Scharer Sauberti

Sinodales propietarios

Dr. Óscar Salinas Flores

Dr. David Sánchez Monroy

Sinodales suplentes

M. en D.I. Fernando Martín Juez

Prof. Horacio Durán Navarro

To the nature and the creative and inventive power
for show to my eyes the beauty
that exist over the earth.

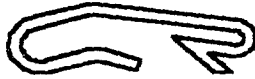
**Können Sie mir sagen, wo ist der Friede,
die Hoffnung, der Glaube, das Glück und die Liebe?
... in meinem Leben.**

Octavio R. Cross



INDICE

CAPÍTULO	CONTENIDO	TEMA	PÁGINA
	INTRODUCCION		III
1	PLANTEAMIENTO		1
		1.1 Problema y subproblemas	2
		1.2 Hipótesis	3
		1.3 Calendarización	4
2	ANTECEDENTES		6
		2.1 Algo de Historia sobre arquitectura	9
		2.2 Clasificación de las Uniones	13
3	MATERIALES Y MÉTODOS		17
		3.1 Hormigón	18
		3.2 Varillas	20
		3.3 Armaduras	24
		3.4 Ligaduras	30
4	RACIONALIZACION		33
5	FABRICACION DEL ALAMBRE		39
6	FABRICACION DEL ENLACE		41
		6.1 Fourslide	41
		6.2 Hidráulica vertical	49
		6.3 Robomac	55
7	RAZONAMIENTOS PARA LA REALIZACION DE PRUEBAS		60



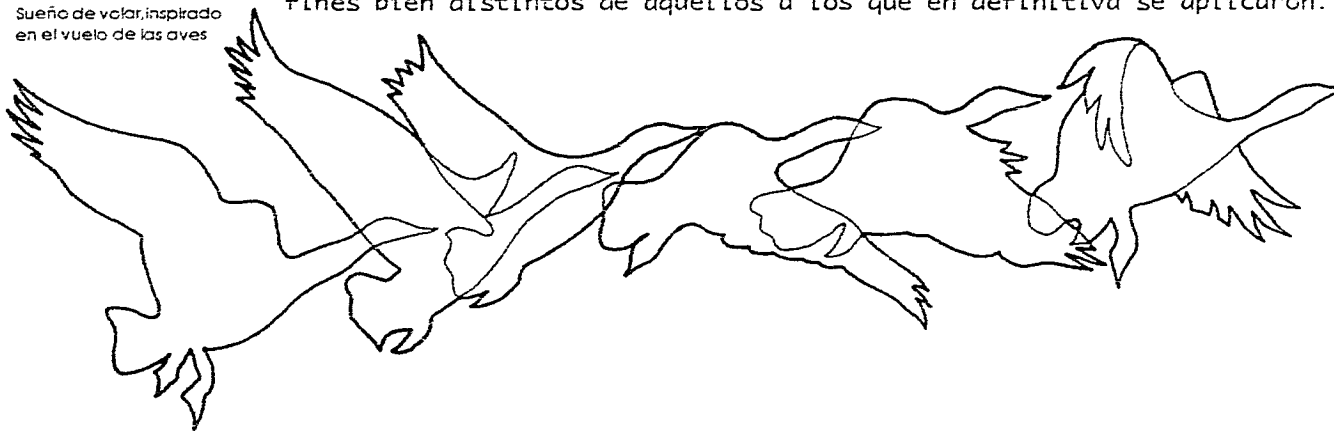
CAPÍTULO	CONTENIDO	TEMA	PAGINA
8	PRUEBA FUNCIONAL DE COLOCACION Y APRENDIZAJE		62
		8.1 Introducción	62
		8.2 antecedentes	63
		8.2 Objetivos	65
		8.3/8.4/8.5 Hipótesis, Materiales y Métodos	66
		8.6 Equipo	70
		8.7 Procedimientos	71
		8.8 Resultados	74
		8.9 Conclusiones	76
		8.10 Discusión	77
		8.11 Recomendaciones	80
9	PRUEBA MECANICA DE LOS ENLACES		81
		9.1/9.2 Introducción y antecedentes	81
		9.3/9.4/9.5 Objetivos, hipótesis, materiales y métodos	83
		9.6/9.7 Equipo y procedimiento	86
		9.8/9.9 Resultados, Conclusiones	87
		9.10/9.11 Discusión y Recomendaciones	88
10	RAZONAMIENTOS PARA EL USO DEL NUEVO ENLACE EN LA CONSTRUCCION		89
11	RESULTADOS		96
12	CONCLUSION		99
13	GLOSARIO		102
14	ANEXOS		108
15	BIBLIOGRAFIA		129

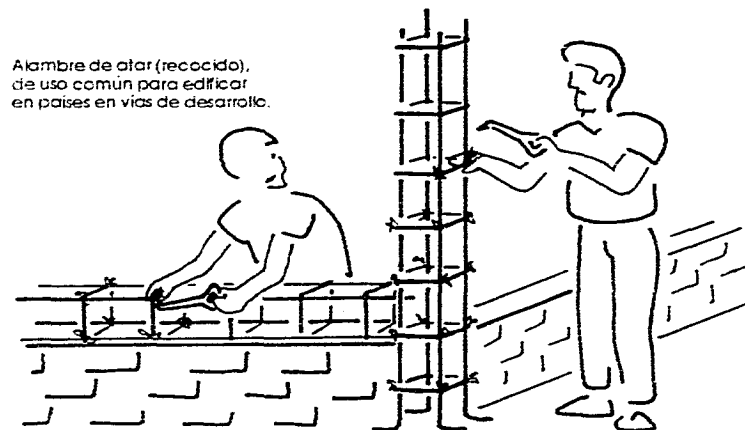


INTRODUCCIÓN

Existen inventos, entre los muchos que la ciencia o las disciplinas han ido creando y brindando a la humanidad a través de los tiempos, que fueron la obsesión de muchas generaciones, cada una de las cuales con sus propios medios y puntos de vista, intentaron llevarlos a cabo; el ejemplo más conocido de esta clase de inventos lo constituyen las máquinas voladoras. Otros inventos, por el contrario, aparecieron de manera repentina e inesperada como mera casualidad ó por accidente, en medio de las especulaciones o experiencias de ciertas teorías que se desarrollaban sin miras a un fin práctico concreto, ó con miras a fines bien distintos de aquellos a los que en definitiva se aplicaron.

Sueño de volar, inspirado
en el vuelo de las aves

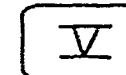




Alambre de atar (recocido),
de uso común para edificar
en países en vías de desarrollo.

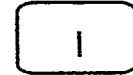
Tales inventos no fueron, antes de su descubrimiento, ni deseados ni predichos, y el hombre se encontró en posesión de ellos sin que nunca hubiera pensado en la posibilidad de los mismos o ni siquiera comprobara o confirmara su real alcance ó pusiera a prueba su eficiencia, un ejemplo de este tipo es el uso del *alambre recocido* para unir varillas y estribos para conformar armaduras en la construcción.

Como no se cuenta con bibliografía, datos técnicos, normas y especificaciones sobre el uso de este alambre en la industria de la construcción, su utilización se ha dado como tal, sin llevarla a investigaciones y verificaciones de laboratorio; esto por ende, dificulta el trabajo presente en cuanto a la posibilidad de elaborar una hipótesis que justifique la suplantación del método que usa *alambre recocido* por otro cualquiera, suplantación que tiene como objetivo: prosperar tecnológicamente en el ámbito específico referido aquí, y que ayuda en general a la industria de la construcción.



Es importante recalcar que el contenido aquí expuesto en modo alguno pretende dar una solución radical, en cuanto a que el nuevo enlace sea un caso aislado como método plausible de ser utilizado ó que los experimentos llevados a cabo sean los únicos posibles para determinar la aplicación funcional y capacidad mecánica tanto del *alambre recocido*, como del nuevo enlace; por el contrario estoy consciente que puedan existir otros métodos y otros experimentos de demostración, sin embargo, después de las entrevistas con distintos expertos en la materia y estudiar diferente bibliografía, hasta el momento son estos los únicos que llegue a determinar como adecuados.

Los términos ignótos y técnicos específicos a algún tema que se utilizan en este documento se indican con un “-” y son explicados al final en la sección del glosario, así mismo, los datos tomados de estudios e investigaciones ó documentos que apoyan y sustentan lo expuesto, se marcan con “-” y se remiten a la sección de anexos.



1 PLANTEAMIENTO

1) Munari Bruno,
Como nacen los objetos? p. 10

"Todo resulta fácil cuando se sabe lo que hay que hacer para llegar a la solución de algún problema"¹, lo mismo aconteció con un trabajo de investigación en el cual se utiliza un método científico, es fácil realizarlo cuando se tienen todos los elementos disponibles y se tiene definido el objeto o problema a estudiar, pero son pocos los casos en que se conocen estos datos a primera instancia; además el método proyectual no es una receta única, absoluta ó definitiva, sino que puede variar, modificarse y acomodarse si se encuentran valores objetivos que mejoren el proceso y que sean más adecuados al trabajo que se desea llevar a cabo y el modo específico como se desea abordar. "Se intentaría resolver un problema sin saber en qué consiste? Seguramente que no, sin embargo, esto es exactamente lo que uno esta inclinado a hacer y que difícilmente puede conducir a una resolución efectiva".²

2) Kirk, Edward *Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería* p. 122

Existen diferentes textos publicados que pueden ser aplicables al diseño en general y al diseño industrial en particular, pero el método que tomo como base para desarrollar el presente trabajo es el denominado "Metodología proyectual para el diseñador" según Bruno Munari.



Dicho método consiste de los pasos siguientes:

- a) Se comienza definiendo el problema de estudio
- b) Se definen los subproblemas y/o elementos del problema
- c) Se concreta una hipótesis
- d) Se plantea el desarrollo de la investigación que permite llegar a la comprobación de la tesis
- e) Y se obtienen resultados y se presentan conclusiones

Problema:

Demostrar las cualidades de eficiencia de un nuevo enlace de varillas ó barras para formar armaduras para columnas, trabes y losas.

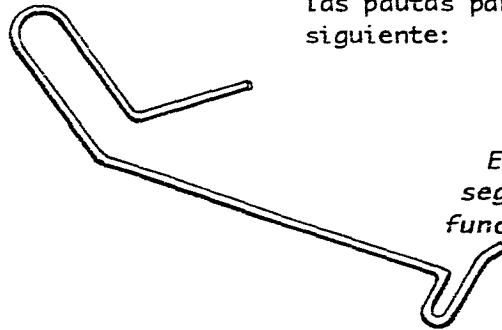
Subproblemas:

- características de los materiales a enlazar y su relación.
- otras técnicas utilizadas para enlazar varillas en la construcción.
- uso del enlace, facilidad y sencillez para aprender la técnica de colocación de este.
- función específica del enlace.
- pruebas funcionales de colocación del enlace, firmeza de la sujeción y resistencia mecánica al colado.
- estandar de calidad en el material.
- adherencia al colado
- tiempos de armado.
- seguridad de uso.



3

Estos puntos son la base del estudio, a partir de los cuales se dan las pautas para desarrollar la investigación y comprobar la hipótesis siguiente:



El nuevo enlace CR tiene ventajas económicas, de seguridad, de características mecánicas, técnicas y funcionales sobre el método utilizado comúnmente para enlazar varillas en la construcción.

Enlace CR propuesto,
diseñado por Octavio Cross
para efecto de tesis de
Licenciatura.

La exposición presente surge del compromiso de reunir los conocimientos adquiridos a lo largo de los años de estudio de licenciatura, de los seminarios de posgrado (maestría en diseño industrial), del diplomado en Ergonomía, de cursos y de la práctica profesional, presentando a modo de tesis el documento escrito de los resultados de las pruebas de campo y laboratorio para confirmar ó refutar su probable aplicación en la industria de la construcción, con video anexo** que constata las pruebas, así como los resultados tabulados de dichas pruebas.



Calendarización

El desarrollo de esta investigación está limitado por el tiempo comprendido entre el primer y el último semestre del posgrado en diseño industrial. Las actividades se llevaron a cabo en tiempos preestablecidos para completar un programa de trabajo que permitió ordenar y facilitar el proceso hacia resultados concretos:

1993

propedéutico

enero/marzo	Elección del área de estudio.
abril/junio	Análisis preliminar y selección del tema de tesis

semestre 1

julio/agosto	Planteamiento y definición del problema.
sept/oct	Subproblemas, calendarización y anteproyecto.
nov/dic	Recopilación de datos (libros, tesis, revistas, conferencias y periódicos).

**1994****semestre 2**

feb/marzo

Recopilación de datos, ordenamiento de información, método de investigación, documento escrito (índice, avances, capítulos).

abril/mayo

Anteproyecto a revisión y cambios necesarios.

junio

Datos nuevos y delimitación.

semestre 3

agost/sept.

Retroalimentación y planeación general de pruebas.

octubre

Análisis de nuevos datos, complementación final.

nov/dic

Pruebas físicas del enlace y documento escrito (tablas, dibujos, índice final, anexos, glosario y bibliografía).

1995**semestre 4**

enero/feb

Resultados y gráficas explicativas.

marzo/abril

Complementación de información.

mayo/junio

Revisión final de tesis y conclusiones.

tutoría de tesis

agost/nov

Borrador, correcciones y realización de video.

dic/enero

Impresión de tesis y documentos oficiales.

febrero 1996

Exámen de grado.

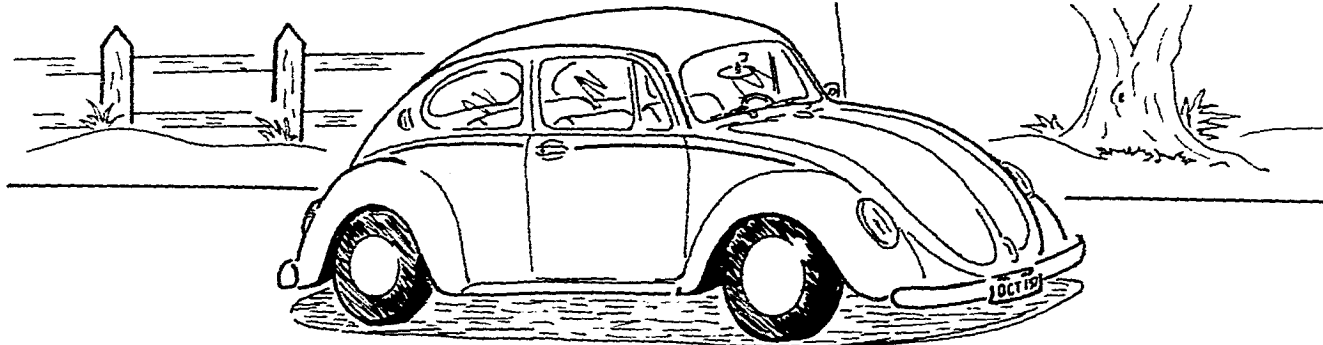


2 ANTECEDENTES

"Mucho tiempo antes de comenzar a emplear el término *diseño** para referirse a una correcta producción de objetos que correspondieran a funciones requeridas, dichos objetos ya se fabricaban y/o continúan fabricándose, y han sido al transcurrir el tiempo modificados y mejorados, en la mayoría de los casos debido a la aparición de nuevos materiales y técnicas de producción. Son objetos de uso cotidiano en las casas, oficinas, escuelas y fabricas, que el público compra porque ejecutan su función apropiadamente; es decir, son llanamente objetos simples y bien proyectados, son el verdadero diseño".³ El diseño tiene trato y efecto directo sobre el individuo, actúa, condiciona y determina nuestro comportamiento futuro.

3) Panero, Julius *Las Dimensiones Humanas en los espacios interiores*, p. 9

VW, modelo clásico del automovilismo.





4) Bannister, Jay Building
construction inspection
a guide for Architects. p. 12

"Antiguamente el hombre no se planteaba todas las necesidades de un objeto de una sola vez, pues recibía los objetos ya elaborados e introducía en el camino variaciones que los cambios en el contexto iban pidiendo, era un proceso de constante reparación y reconstrucción (nunca de creación) en la que el individuo no requería una visión global del problema para compensar sus deficiencias, mientras satisficiera sus propias necesidades y las de la sociedad".
En cambio en la actualidad se pretende solucionar de antemano lo que tomó siglos de adaptación y desarrollo, se tienen que resolver instantáneamente un gran número de factores y elaborar una teoría para concretarlo.

Es así como el éxito del diseñador depende de su capacidad de inventiva, de exactitud en sus métodos de pensamiento y de trabajo, de la envergadura de sus conocimientos científicos y técnicos, así como de su capacidad de interpretación de los procedimientos propios de la cultura y la fineza de su aplicación; como lo expresa el Arq. G. Baud: "Los progresos realizados en el conocimiento de los materiales, la evolución de las técnicas en las obras de construcción, el aumento de las preocupaciones sobre sismos, incendios, inundaciones, etc., de las reglamentaciones y de los diversos problemas que se suman a la ejecución de las obras, exigen de los constructores la plena posesión de un bagaje técnico constante puesto al día, así como un esfuerzo de memoria considerable, a fin de



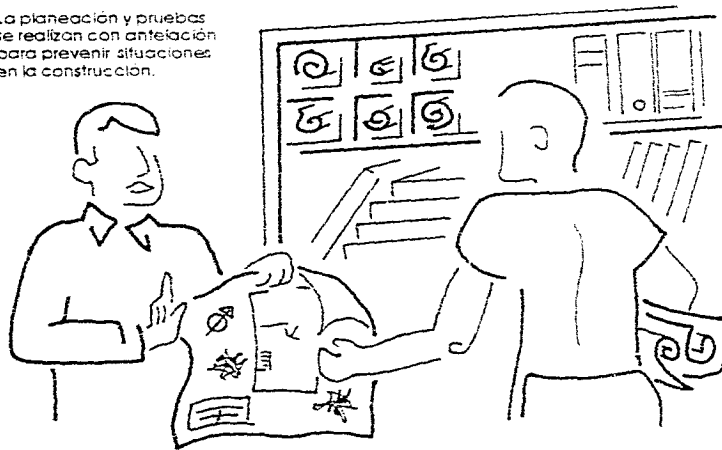
5) Baud, G. *Tecnología de la construcción*. Introducción

que puedan en el momento oportuno dar a los problemas que se plantean las respuestas precisas y convenientes".⁵

En este sentido recalca el Ing. Roger Bonvin, ETH: "Los constructores de edificios deben poseer conocimientos cada vez mas variados y complicados cuyos nuevos elementos se hallan dispersos en gran número de publicaciones científicas ó técnicas, es imposible que todo el mundo pueda seguir el curso de semejante evolución".⁶

6) *ibid.*, Prólogo

La planeación y pruebas se realizan con antelación para prevenir situaciones en la construcción.



De este modo el enlace que presento y el cual se sometió a pruebas, es precisamente una nueva técnica que cumple con los requerimientos y problemas a los que se enfrentan los constructores hoy día, al querer reducir los tiempos de la obra, la seguridad de su personal, bajar costos, contar con la calidad exigida en la actualidad y lograr la entrega oportuna de la misma, esperando llégue a manos de quien lo requiera.

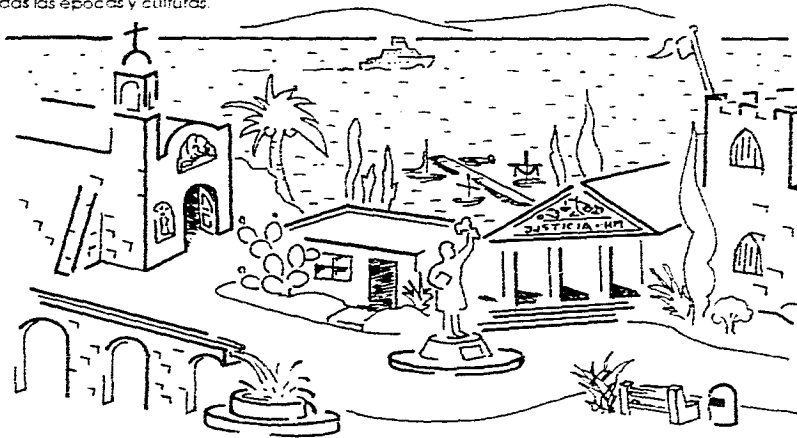


Algo de historia sobre la Arquitectura

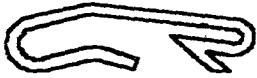
Deseo presentar una visión general de la historia de la construcción y la arquitectura, para poder tener un antecedente firme del porque es interesante el tema tratado; se dice que la arquitectura es: "el arte de conformar el espacio, transformándolo en ámbitos habitables". Las construcciones han variado conjuntamente con la civilización, sin embargo, podemos clasificarlas como se muestra a continuación:

7; CEAC *Diccionario de la Construcción*, p.18

División en la construcción que se ha realizado en todas las épocas y culturas.



1. Edificaciones religiosas; templos, iglesias, mezquitas, tumbas y otros de menor importancia.
2. Lugares habitacionales; desde una cabaña rústica y pobre hasta un palacio magnífico.
3. Lugares públicos; teatros, bibliotecas, plazas, estadios, y otros.
4. Trabajos públicos; puentes, acueductos, puertos, arcos, presas, y otros.



La arquitectura surge desde tiempos inmemoriales en que el hombre construye su guarida, teniendo una relativa rápida evolución, pues siempre se ha enfrentado a nuevos retos tecnológicos que ha ido superando, como se aprecia en esta síntesis cronológica:

1. Primitiva; megalítica* actual (de madera y palma).
2. Antigua; edificaciones como las de Egipto, Mesopotamia, Asiria, Fenicia, Palestina, Grecia y Roma (de piedra sobre piedra).
3. Cercano oriente; Alejandria, Bizancio e Islam (de piedra también).
4. Extremo oriente; India, China y Japón (conjuntos con bases de piedra y edificaciones de madera y bambú).
5. Americana Precolombina; México en sus zonas: Teotihuacana, Olmeca, Totonaca, Zapoteca, Maya y Azteca; Imperio Inca en sus períodos Arcáico e Incaico y América del Norte (edificios de piedra, estuco, madera, piel y palma).
6. Renacimiento; Italia, Francia, Alemania, Países bajos, España, Portugal y otros (edificaciones de piedra con contrafuerte y vigas de madera).
7. Siglos XVI y XVII; Italia, Francia, Alemania, Países bajos, España, Portugal y otros (mejoramiento del contrafuerte y edificaciones más altas e imponentes).
8. Siglo XVIII; Austria, Italia, Francia y Alemania (de ladrillos en muros y comienzo en la edificación de columnas de ladrillo).
9. Colonia americana; Virreinato de la Nueva España, Virreinato del Perú, Virreinato del Río de la Plata, Nueva Granada, Chile, Brasil y Norteamérica (desarrollo de columnas más delgadas de ladrillo y cantera, uso común de la teja).
10. Siglo XIX; Francia, Italia, España, Alemania, Bélgica, Holanda e Inglaterra (utilización de estructuras metálicas primitivas).
11. Contemporánea; Tendencia mundial proveniente principalmente de Francia, Estados Unidos y Alemania (uso de armadura, hormigón pretensado y auge de las estructuras metálicas y de nuevos materiales mas livianos).



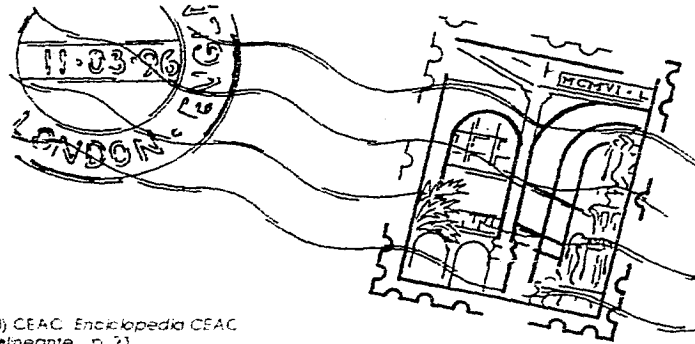
8) Aristides Quillet
Diccionario Enciclopédico
Quillet . Vol. I p. 462

"El conocimiento que tenemos de las construcciones antiguas no es completo ya que es reducido el número de edificaciones conservadas y en pie hasta nuestros días. De estas, casi todas son monumentos religiosos u oficiales de su época; por ello, conocemos muy poco de la arquitectura privada, salvo la de ciertas etapas, como la de *Tell-èl-Amarna, Pompeya y Herculano*".

9) *ibid.*, Vol. I p. 495

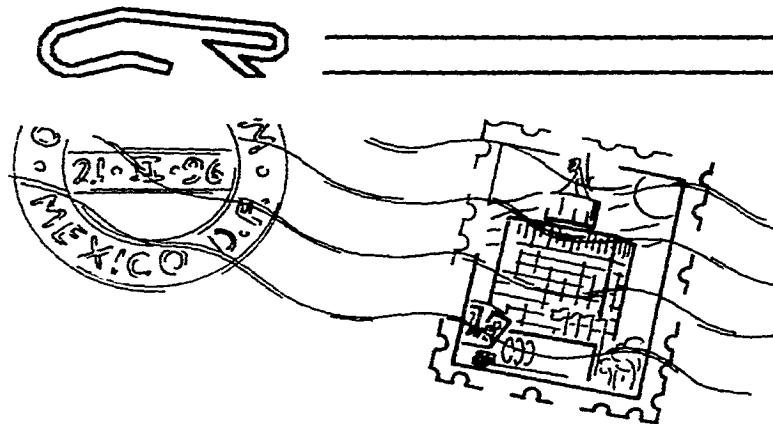
El Palacio de Cristal
construido en Londres
para la exposición mundial
de 1851 por Joseph Paxton

Además, "en muchos casos, las civilizaciones se han sucedido en los mismos emplazamientos: Los monumentos de la primera civilización servían de cantera* para los de la segunda que a su vez se preparaba para su desaparición", como es el caso de la conquista española al imperio azteca, y la posterior desaparición de mucha de la arquitectura colonial.



10) CEAC. Enciclopedia CEAC
delineante. p. 21

"Del siglo XIX sólo se toman en cuenta las formas que inventa el nuevo espíritu, la arquitectura nueva se extiende desde Austria, Bélgica y Holanda, y en cierto modo también de Inglaterra hasta los Estados Unidos. La propagación en los demás países de Europa, en América del Sur y los demás continentes, es más lenta y se produce hasta bien entrado el siglo XX".



Las tendencias del siglo XXI parecen ser ya un conglomerado de conocimientos generales y un estilo arquitectónico mundial, casi sin excepción a ningún país.

WTC World Trade Center
México, los Cuatro Cerros
Ciudad de México.

1111 Madrides, Banco
Sabadell, 1971

"Los medios de ejecución de las construcciones son: los materiales, los conocimientos técnicos, las cualidades, la calidad y la cantidad de la mano de obra. La forma de realizar la construcción, la elección de los medios de ejecución y la ejecución misma, son diferentes de acuerdo a cada pueblo y época."¹¹ Sin embargo, también su obra puede resumirse si se considera desde los siguientes puntos:

- a) La plástica ó masa; en la que se distinguen la superficie y el volumen.
- b) La estructura o modo de construir; que se desprende de los materiales y de la manera de cómo se utilizan.
- c) La decoración; cuya forma y dosificación constituyen lo que se llama estilo

En resumen, el punto específico en el cual interviene y se desarrolla la tesis presente es en el ámbito de la estructura y modo ó técnicas para edificar, que tiene efecto directo en la edificación de estructuras armadas utilizada en la actualidad.



Clasificación de las Uniones

"Las uniones y los ensambles de los materiales con los que un producto esta fabricado, constitúye la forma final, funcional y expresiva de practicamente el universo de los objetos. La unión ó el ensamble de materiales iguales ó distintos entre si ha sido y será un aspecto decisivo de la actividad proyectual en general y del diseñador industrial en particular".¹²

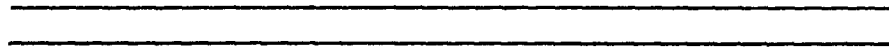
12) Heinz Decker, Kari
*Elementos de union
metalicos*, p. 5

"La unión es la asociación de varias partes de modo que formen un todo".¹³ Esta fijación ó ligadura puede clasificarse en tres grandes grupos:

13) Obregon, Caridad
*Manual de sistemas de
union y ensamble de
materiales*, p. 9

1. *Permanentes*; son los componentes de un todo que quedan indefinidamente unidos por razones de manufactura, sólo pueden deshacerse aplicando una fuerza considerable, destruyéndose a si mismas, y en ocasiones dañando los elementos o piezas de la estructura; se dividen:

- a) Por cierre de materia; constituidas por una unión entre materiales (soldadura, plegadura ó aplicación de mastique).
- b) Por cierre de forma; en este caso las piezas quedan unidas por la forma de los elementos (remaches, rebordes, nervios, ranuras y orejas).
- c) Por cierre de fuerza; se consiguen calando las piezas con sobremedida a una presión elevada, la resistencia por rozamiento que se produce evita que las piezas así unidas giren, ó se desplacen.



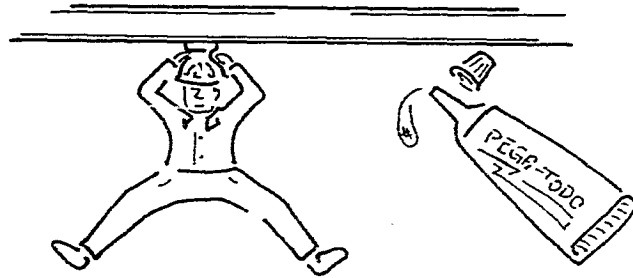
2. *Elásticas*; estas hacen posible un movimiento limitado de las piezas entre sí cuando se aplica fuerza ó las mantiene en reposo bajo tensión, sus elementos son muelles de todo tipo (ballestas, muelles de disco y muelles elicoidales).

3. *Temporales*; sólo se unen por un tiempo determinado, se pueden hacer y deshacer repetidas veces, gracias a su manufactura y de acuerdo a diferentes razones (mantenimiento, transporte, variantes de uso, almacenamiento, u otras.), se dividen:
 - a) Por cierre de forma con tensión previa ó sin ella; estas van previstas de estrías ó conos. se introducen firmemente en las piezas de la estructura (tornillos, chavetas y pasadores).

 - b) Por cierre de fuerza; estas aprovechan la resistencia por rozamiento existente entre los elementos de unión y las piezas a unir. Para que se produzca esta resistencia es necesaria una presión superficial elevada. por ello las piezas se aprietan entre si por medio de elementos que las comprimen una contra otra.

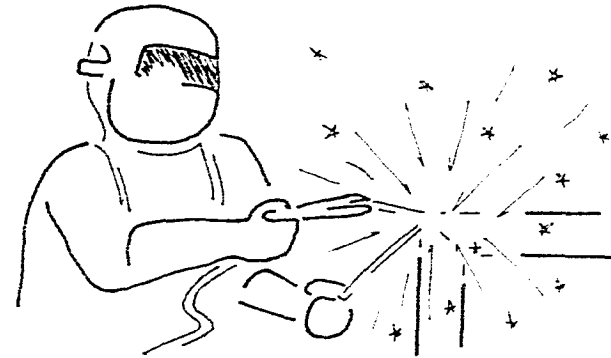


Los agentes y condiciones de las piezas que permiten las uniones se pueden clasificar de manera mas específica, de acuerdo a su uso como se muestra a continuación:



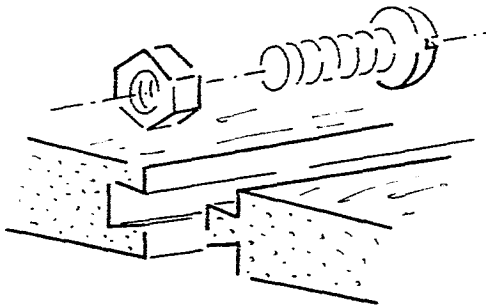
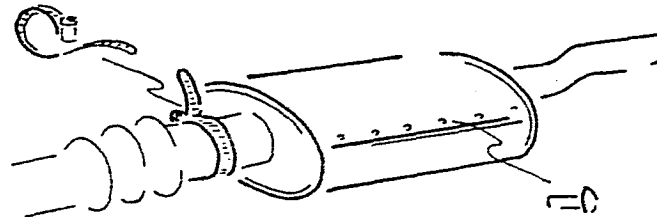
a) Amorfa; ligadura por medio de materiales con propiedades adhesivas que al colocarse entre las piezas y fraguar ó secarse las mantienen unidas. Por ejemplo: goma, pegamento, cola, entre otros.

b) Por material; sueldan ó integran las piezas a unir para formar un sólo componente mediante: agregado de material, calentamiento de sus partes en contacto, alta frecuencia, punteado, por arco eléctrico ó soldadura oxiacetilénica.





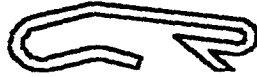
- c) Por fuerza; piezas con forma propia que sujetan las piezas a unir mediante áreas de soporte que ejercen fuerza sobre éstas. Por ejemplo: remaches, abrazaderas, clavos, biságras, broches, tornillos ó seguros.



- d) Por forma; cuando las partes a unir están fabricadas de tal manera que encajan en cierta posición una en la otra, de manera que se mantienen sujetas hasta determinado punto; en láminas ó ensambles en distintos materiales, por ejemplo: tornillo-tuerca, tapaderas de frascos (rosca, presión, medio giro, u otro), machimbretas, engargolado, etc.¹⁴

14) Op. Cit., p. 10

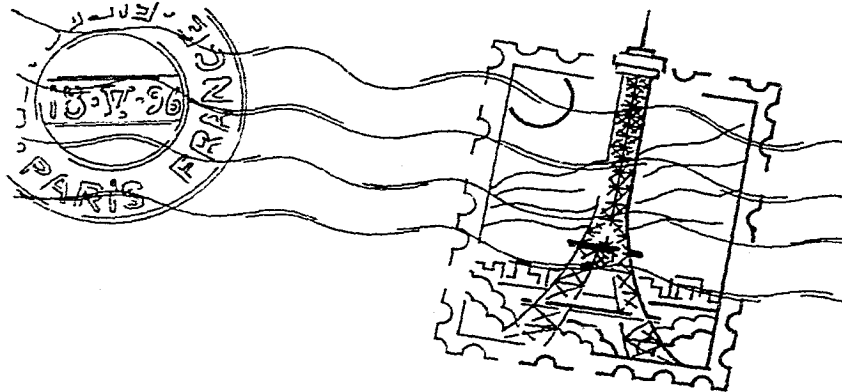
De esta manera podemos situar al enlace propuesto como: temporal, pues permite enlazar y liberar las piezas para ser usadas ininidad de ocasiones; y por su uso es un enlace de forma que permite mantener unidos otros elementos, gracias a su configuración.



3 MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados con mayor frecuencia en la construcción, específicamente en México son: el acero* y hormigón* que han permitido la creación de nuevas estructuras, más amplias y más manejables que las que se lograban con la piedra y el ladrillo, aunque en estas estructuras metálicas se sigue obedeciendo el principio constructivo de carga y sostén; el modelo del principio se encuentra en el dolme* prehistórico, pero aquel no rige para las de hormigón, a causa de la unidad que presta el encofrado* a los elementos que antes se llamaban postes y vigas.

Torre Eiffel, construida para la exposición mundial de 1889 en París por Gustav Eiffel.



El acero es un material que alcanzó su máxima importancia como material constructivo durante la década de 1880, principalmente para hacer los entramados*.



Hormigón

El hormigón es un compuesto de cemento, arena y roca menuda cuyo tamaño depende de las formas requeridas, cuando se añade agua a la mezcla y se vierte en un molde (encofrado*), esta puede adquirir cualquier forma, sin límite. "El hormigón es un material extremadamente resistente a las presiones que ejerce una carga, también es resistente al fuego, puede ser fabricado para ser ligero en peso y no requiere de ningún recubrimiento como acabado".¹⁵

15) Leonhardt, Fritz
Estructuras de
Hormigón Armado. p. 19

"Cuando se incorporan varillas de acero en determinados puntos en la estructura de hormigón, obtenemos un material asombrosamente resistente a la carga y a la tensión, que es capaz de cubrir espacios muy grandes con un espesor mínimo".¹⁶ El hormigón armado con acero tiene ciertas características que son aprovechadas en la edificación de las construcciones:

16) Ibk., p. 20

- a) Los coeficientes de dilatación* del acero y del hormigón por la acción del calor son casi iguales, para la variación de temperatura de un grado centigrado se obtiene una dilatación en el hierro de 0.0000122 y en el hormigón de 0.0000136; a esta similitud se debe el que la combinación de las resistencias a la compresión* del hormigón y a la de tracción* del hierro sean posibles, tomándose prácticamente como coeficientes de dilatación para ambos materiales el de 0.00001.



- b) El módulo de elasticidad del acero con alto contenido de carbón rolado en caliente que se utiliza para fabricar varillas tiene por valor $2'100,000 \text{ Kg/cm}^2$, en cuanto al hormigón es de $140,000 \text{ Kg/cm}^2$.
- c) La carga de rotura del hormigón se le llama *resistencia cúbica a los 28 días* (abreviado se representa como R_{28}) y es la carga que soporta hasta romperse un cúbico geométrico de hormigón de 20 cm. de arista, a los 28 días después de ser elaborado. Estas cargas de rotura del hormigón a los 28 días de fraguado* deben ser, según establece la norma general de condiciones varias de la edificación:¹⁷

17) Gerwih Jr., Ben
Construcción de Estructuras
de Hormigón Armado. p. 32

1. Para cemento corriente el R_{28} debe ser de 120 Kg/cm^2
2. Para cemento de alta resistencia debe ser de 160 Kg/cm^2

Estos valores son importantes al planear una edificación, de lo contrario es probable que esta se colapse debido a los esfuerzos de tracción*, flexión* y compresión que actúan sobre la estructura, de cualquier modo son estos esfuerzos independientes a la unión de las varillas, ya que en estas no actúa ninguna fuerza, exceptuando el peso del hormigón líquido al momento del vaciado en la cimbra o encofrado; su única actividad reside en sujetar el armado de varillas durante el vaciado y hasta el término del fraguado, su función o razón de empleo dentro de la estructura llega a su fin.



20

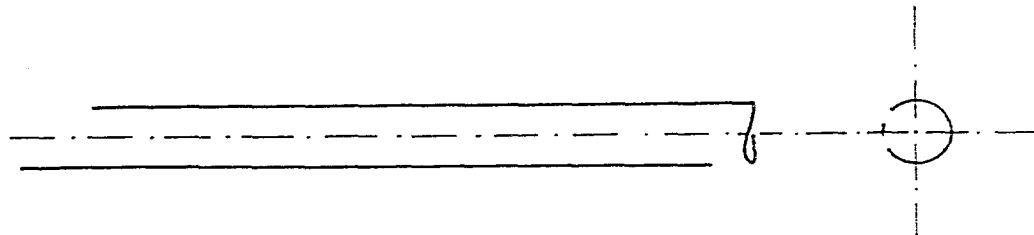
Varilla*

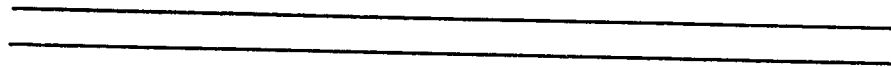
Como dije anteriormente, las varillas constituyen el elemento de refuerzo en el concreto armado, junto con los estribos y los elementos de unión. Con su empleo se logra un menor tonelaje de acero a manejar, con el consiguiente ahorro en flete* y mano de obra*. Estas armaduras deben estar dispuestas de forma que puedan absorber los esfuerzos de tracción, de cizallamiento* y de torsión*.

"Los tipos de varilla se clasifican en aceros de bajo contenido de carbono (redondas u ordinarias) y barras matizadas ó grabadas (dentadas ó estriadas); estas últimas son barras de acero con idéntica calidad que las primeras, pero poseen en su superficie relieves ó rugosidades que aumentan su adherencia al hormigón".¹³

18) Filtz, Leonhardt
*Estructuras de Hormigón
Armado*, p. 19

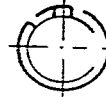
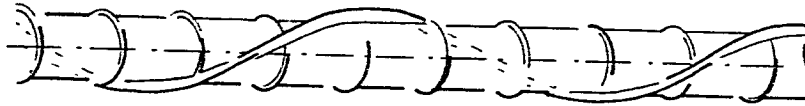
Acero redondo ordinario



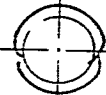
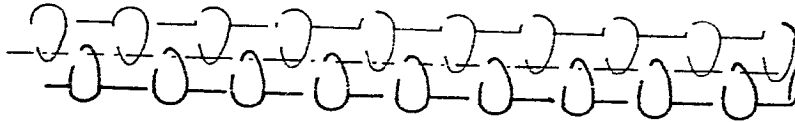


21

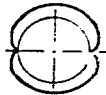
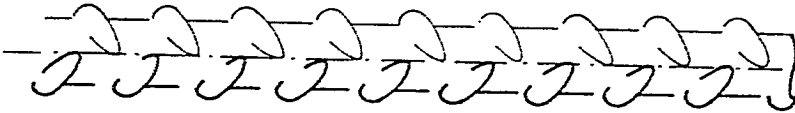
Acero Tentor



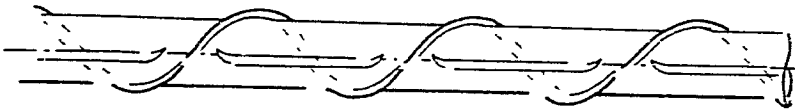
Acero Box



Acero Box ultra



Acero Tor 40





22

Acero Tor 60



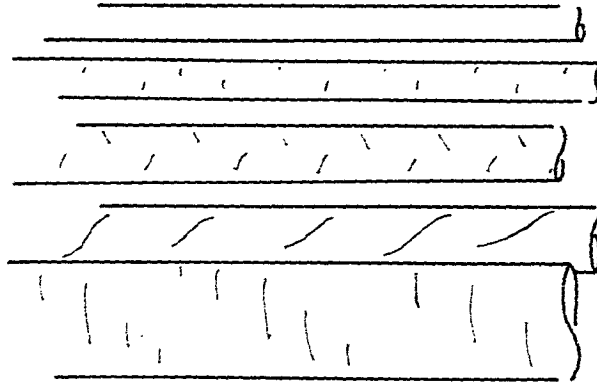
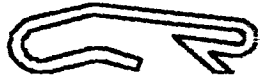
Acero Carón



19; Secretaría General de
Obras ONU-UNICEF *Manual
de Diseño y Construcción de
Vivienda para personas de
escasos recursos*, p. 142

"El refuerzo empleado en castillos* y/o elementos colocados en el interior del muro, deberá estar constituido por barras corrugadas que cumplan las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana** (NOM): B6 y B294, los alambre corrugados laminados en frío deberán cumplir también con la NOM B72, admitiendo el uso de barras lisas únicamente en estribos".¹⁹

El acero empleado en México comunmente en estas edificaciones se distribuye en presentación de alambón y varillas corrugadas de las siguientes medidas:



- a) 1/4" equivale a alambrión comercial, para formar estribos o anillos.
- b) 3/8" equivale a varilla del No. 2 1/2; para losas, dadas* y castillos.
- c) 1/2" equivalente a varilla del No. 3; para armaduras en general.
- d) 5/8" equivalente a varilla del No. 4; principalmente utilizado para traves.
- e) 1" equivalente a varilla del No. 5; para traves en edificaciones mayores a cuatro niveles.²¹

20) Hill, Louis *Fundamentos de Diseño estructural*, p. 148

Dado el gran desarrollo e importancia que tiene este material, es necesario tener especial cuidado al elegirlo y con ello lograr una mayor adherencia, ahorro de material y evitar defectos como demasiada aceración* ó que se hojee* con facilidad. Así mismo, es cualidad de una buena varilla conservar su misma sección en toda su longitud, consecuencia de una buena y cuidadosa fabricación.

21) Barbara Zelina, F. *Materiales y Procedimientos de Construcción* p. 136

Es importante resaltar que "el límite de fluencia* de una varilla no debe ser afectado debido a los calentamientos originados por el proceso de soldadura, por esta razón sólo en casos muy reducidos se usa este método para unir varillas y formar las armaduras".²¹



Armadura*

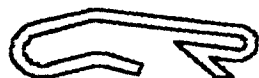
Las armaduras dentro del hormigón tienen como objetivo el conferir a la estructura una capacidad portante (es decir, una mayor seguridad contra el colapso), "evitan la aparición de grandes grietas ó el colapso debido a momentos flexores que actúan simultáneamente"²², también evitan que las fisuras en el hormigón se mantengan capilares (es decir, que no resulten visibles a simple vista). "En muchos casos reduce el ancho de las fisuras cuando se originan por tensiones propias ó de coacción* (como suele ocurrir por impedimento a la deformación debida a variaciones térmicas, de contracción, a apoyos hiperestáticos, u otros)".²³

22) Hill, Louis
Op. Cit., p. 136

23) Ibid., p. 137

"La armadura se debe disponer siguiendo las trayectorias de las tensiones* principales de tracción* y se disminuye sobre la zona traccionada, mediante varillas de diámetro reducido, en forma aproximadamente proporcional a la intensidad de las tensiones de tracción. Este criterio se sigue solo en estructuras de cascara y otras de superficie de pared delgada; en todas las restantes estructuras, por razones de economía la armadura se limita a dos o tres direcciones y a las zonas de borde y con ello se logra una gran simplificación".²⁴

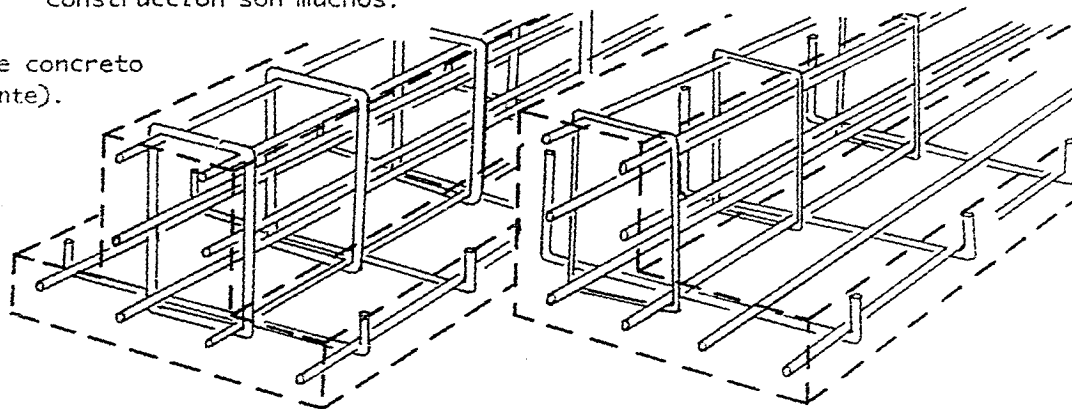
24) Fritz, Leonhardt
Estructuras de Hormigón
Armado p. 20

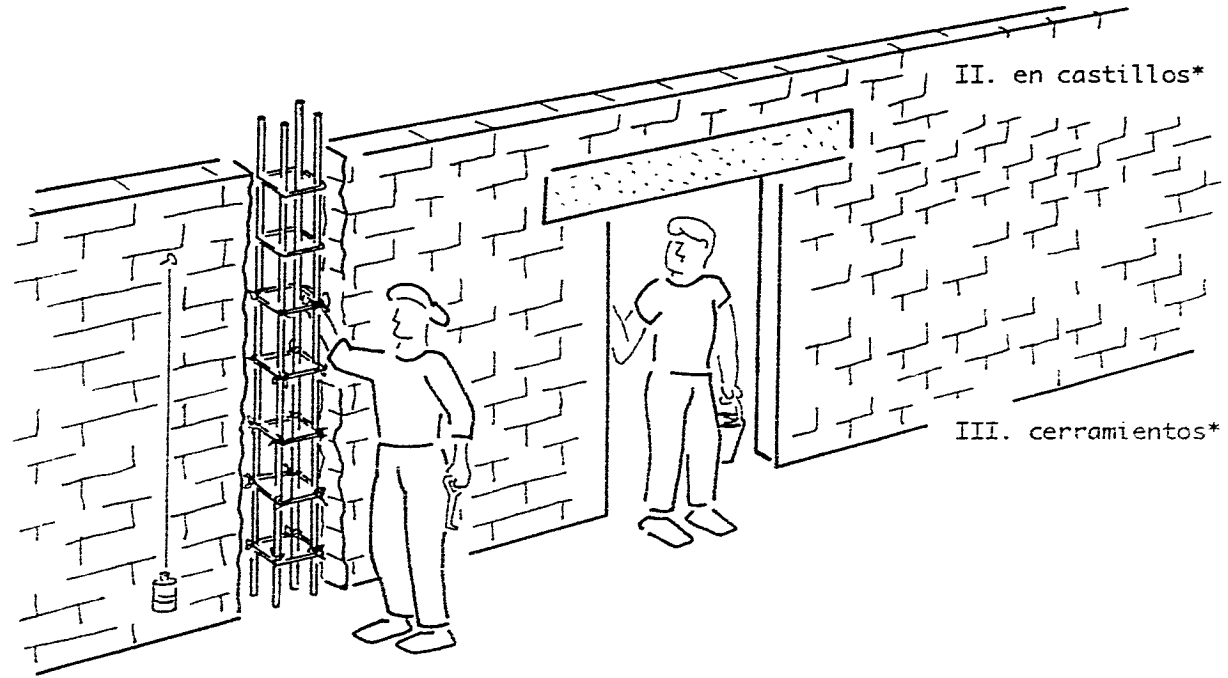


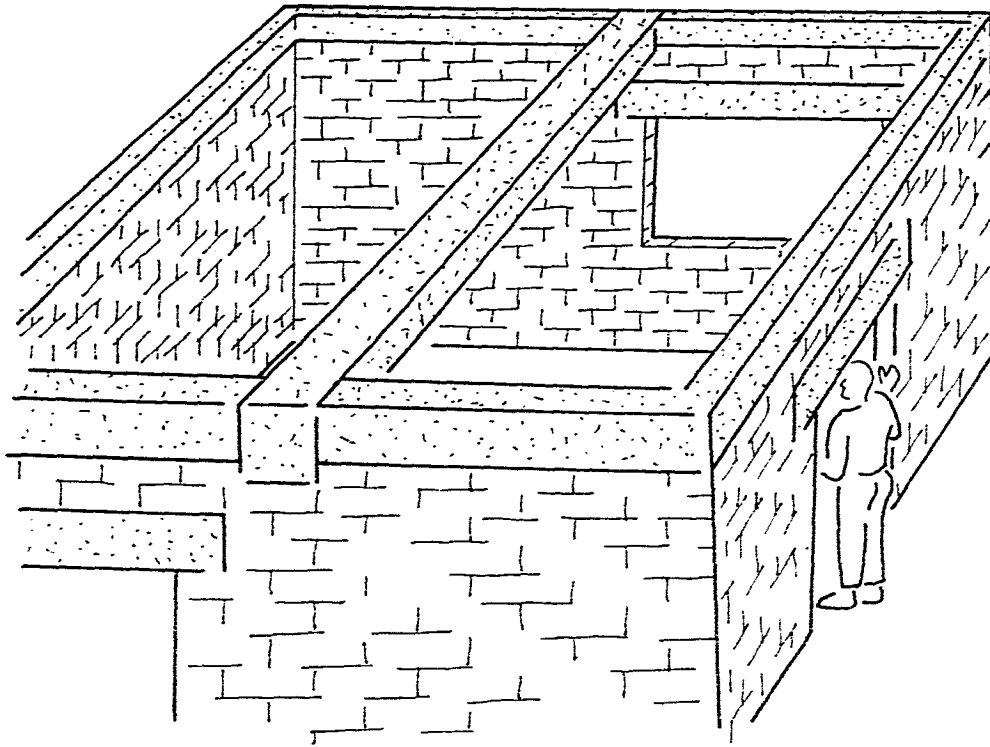
La proporción de armadura que transmite su esfuerzo por recubrimiento, en una sección recta sometida a la flexión* y a la tracción no puede exceder de $1/3$ de la sección total de la armadura.

Las armaduras deben estar dispuestas a una profundidad de 1 cm. hacia el interior a partir del encofrado si se trata de obras a cubierto de la intemperie y de los peligros de deterioro, éste valor se incrementa hasta los 2 cm. para las obras situadas al exterior; ésta distancia será aún mayor cuando sean de tener riesgos de oxidación ó de penetración de humedad y también cuando se desee obtener una mejor resistencia al fuego. El uso de las armaduras dentro de la construcción son muchos:

I. Cimentación* de concreto
(interior ó colindante).

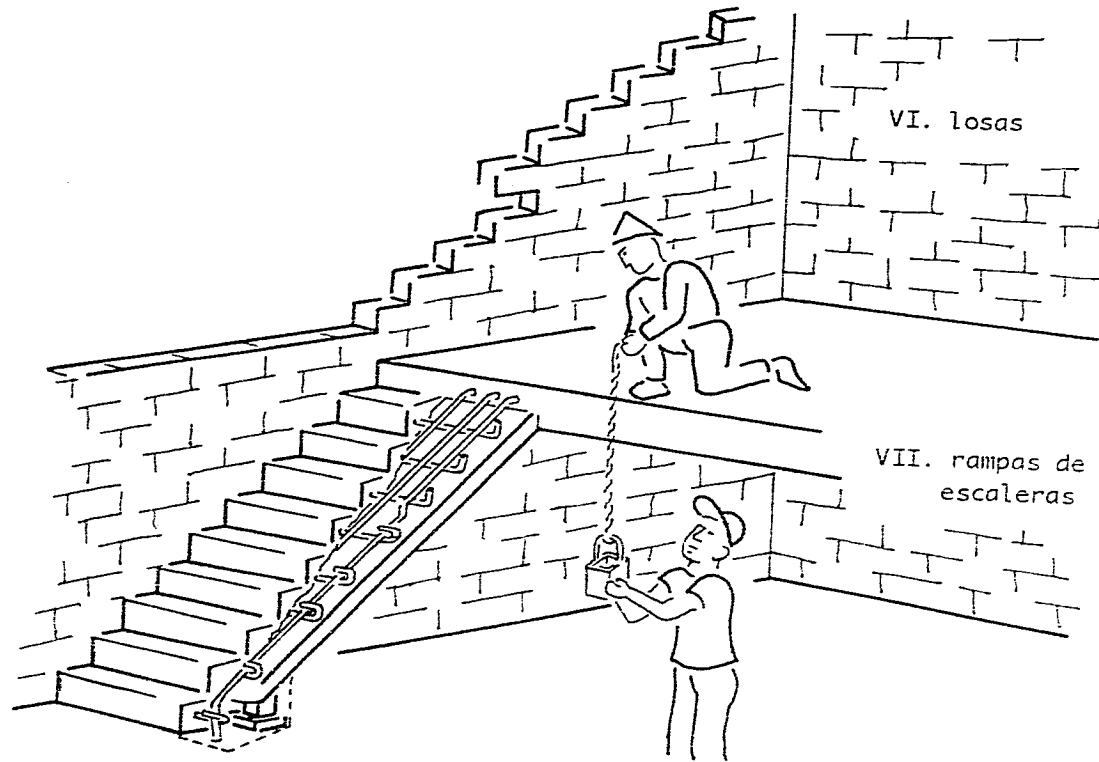


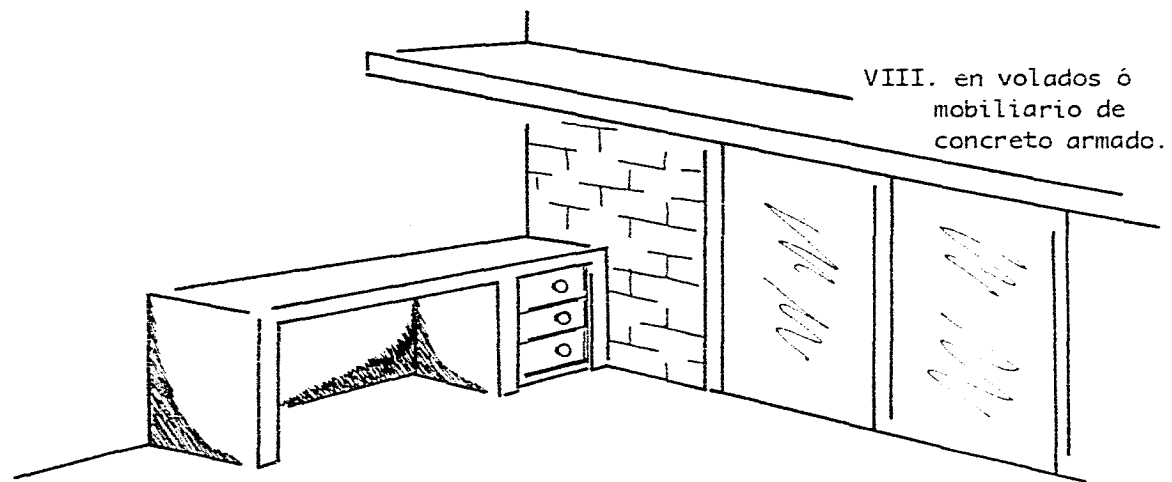
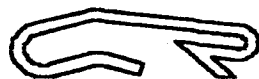




IV. remate ó apoyo
de losas

V. para traves





VIII. en volados ó
mobiliario de
concreto armado.

25) Varios autores y compañía
Tolteca *Manual Tolteca de
Autoconstrucción y
mejoramiento*, p.223

26) Secretaría General de
Obras ONU-UNICEF *Manual
de Diseño y Construcción de
Vivienda para personas de
escasos recursos*, p. 139

En todos estos casos, "no importa si las varillas estan un poco oxidadas aunque es preferible que esten limpias, no afecta grandemente a su adherencia, lo esencial es que no tengan grasa, aceite ó polvo, ya que impiden la buena adherencia con el hormigón"²⁵. El material utilizado con mayor frecuencia en pequeñas y medianas construcciones es el hormigón y para reforzarlo se utiliza el acero. "El acero (armadura) debe sujetarse en su sitio con amarre de alambre y separadores de resistencia y en número suficiente para impedir movimientos durante el colado"²⁶



Ligadura*

La unión ó el ensamble de materiales, iguales ó distintos entre sí, ha sido y será un aspecto decisivo de la actividad proyectual en general y del diseño industrial en particular. "Las uniones y los ensambles de los materiales con los que un producto esta fabricado, contituyen la forma final, funcional y expresiva de practicamente el universo de los objetos".²⁷

27) Obregón, Caridad.
Op. Cit. Prologo del
D.I. Manuel Álvarez p. 5

La ligadura es el objeto u elemento que permite la unión de una varilla con otra, y que en el presente documento nombro como *enlace*. Existen una gran diversidad de elementos para acoplar ó sujetar entre sí las piezas integrantes de una estructura; su importancia ha llevado a una amplia normalización y fabricación en serie de estos elementos; teniendo en cuenta las exigencias de la economía, todos los constructores deben tender al empleo de piezas normalizadas en todos los casos en que esto resulte posible.

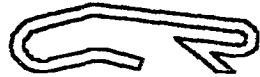
28) Heinz Decker, Karl
Elementos de unión
Metaficos. p. 13 y 14

"Los elementos de unión y las piezas unidas sufren una carga* debida al trabajo* y momentos* producidos por esta"²⁸; pero en nuestro caso en particular, no existen momentos y la carga se reparte de manera proporcional en toda la pieza (solo en el instante del colado*).



El *enlace* sirve para vincular entre si las varillas ó barras* con los estribos ó anillos y con esto formar conjuntos rígidos ó cestos (cages en ingles) ó armaduras para ser dispuestas en la edificación, de modo que constituya el esqueleto ó estructura de la construcción. Para ello se utilizan diferentes técnicas que varían dependiendo la tecnología de cada país ó zona, las mas empleadas son:

1. *Alambre recocido*; la técnica más utilizada, por lo menos en México y países con características económicas similares, se emplea alambre de 1 milímetro de diámetro ó calibre No. 18 que se usa en pequeños tramos doblado varias veces y colocado con la ayuda de un gancho manual; se utiliza aproximadamente el 5% de alambre en peso total de acero, es decir, 50 Kg. de alambre por tonelada de acero. Sus desventajas son:
 - a) Que se requiere conocer y practicar por largo tiempo la técnica de doblado y puesta del alambre para lograr hacerlo de manera correcta y rápida.
 - b) Se necesitan entre 8 y 10 horas para fijar y colocar correctamente 100 Kg. en peso del acero incorporado a un metro cúbico de hormigón.
 - c) El almacenaje debe ser a protección de la intemperie debido a la oxidación, de otro modo es peligroso su manejo y tendrá poco tiempo de vida, y la subsecuente pérdida económica por desperdicio.

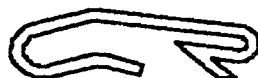


Este material tiene una resistencia a la tensión de 84.4 Kg/mm² y un límite de elasticidad de 28.1 Kg/mm² aproximadamente, además de estos datos, se cuenta desafortunadamente con escasa información sobre su empleo y función específica, aún en literatura especializada en materiales para la construcción.

2. *Soldadura*; esta técnica es utilizada con mayor frecuencia en países del primer mundo con alta tecnología, aunque no cubre siempre con las expectativas de todas las construcciones. En México no es posible adoptar esta técnica debido a que los aceros utilizados para la fabricación de varillas y barras tienen una falta de control en el contenido de carbono, ocasionando un alto contenido del mismo; y provoca que después de ser soldadas pierdan gran parte ó disminuyan sus propiedades mecánicas.

3. *Alambre conformado*; "muy utilizado en los Estados Unidos, es una técnica basada en un alambre rígido conformado con anterioridad y que funciona igual al alambre recocido, pero con la ayuda de un gancho mecánico para facilitar su colocación".²⁹

29) Entrevista con el Dr. en Ing. Sergio Alcozer, Coordinador del Instituto de Ingeniería, UNAM, Noviembre de 1993.



4 RACIONALIZACIÓN

Si entendemos a la palabra racionalización como la organización racional* de algo para obtener un mejor rendimiento ó saber planear los tiempos y movimientos de una tarea*; entonces podemos considerar a la racionalización en términos de realizar un trabajo determinado en el menor tiempo y pasos posibles para ahorrar mano de obra, desgaste de maquinaria, gastos operativos y de producción, o bien mejorar las condiciones generales de trabajo de cada usuario, esto último refiriendonos directamente a la Ergonomía.

Los primeros aspectos se observan de manera concreta en la industria de la construcción, debido a que "con el aumento constante de los jornales y la reducción de la mano de obra especializada, así como de los altos costos y escasés de materiales de construcción, tiene cada vez mayor importancia la racionalización de la armadura, de los tiempos de puesta en obra y de la mano de obra"³⁰. Es decir, los constructores se deben preocupar en disminuir los cortes, doblado, ensamble y colocación de las varillas, reducir los procesos que ocupan a varios operarios ó requieren de mucho tiempo para llevarlos a cabo; en el caso de los procesos de ejecución y colocación de la armadura ya resultan influidas favorablemente por:

30) Barbará Op. cit. p. 52



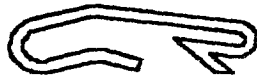
1. Limitación del número de diámetros de las varillas, logrando así disminuir los problemas de almacenaje ó stock*, y tener menor desperdicio por sobrantes.
2. Elección en lo posible de muchas varillas rectas (sin dobleces) lo que sólo exige cortes y favorece para el almacenamiento y transporte de estas.
3. Limitación de varillas dobladas y de la cantidad de posiciones, reducción de la mano de obra eventual debido al empleo de líneas de corte y doblado.³¹

31) Ibid., p. 53



"Piensa en el dinero"
dice experto economista.

En el caso de la reducción del tiempo en los procesos de edificación y de la ocupación de mano de obra especializada, la única solución que se tenía hasta el momento era una adecuada planeación y organización anticipada; desafortunadamente esto fué y es difícil de lograr debido a la tardanza e incumplimiento de entrega de material por parte de los proveedores, accidentes en el trabajo por descuido de los mismos trabajadores ó por condiciones inadecuadas, enfermedades ó cualquier otro imprevisto.



Una premisa importante para una auténtica racionalización de la armadura es la estandarización ó uniformidad de los tipos de varillas ó bién de los elementos de la armadura (columpios, ganchos y dobleces) ó aún de los elementos que conjuntan a la armadura (enlace ó unión de las varillas). Es precisamente en éste último punto, donde encaja el conjunto de las pruebas siguientes; al demostrar la eficacia de ésta opción diferente y nueva para unir las varillas con mayor rapidez, seguridad y sin tener la necesidad de contratar mano de obra especializada (Fierros) para colocar dicho enlace.

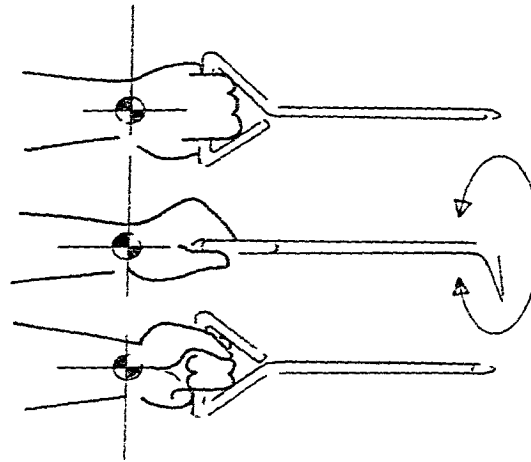
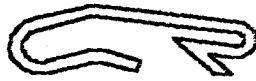
Los aspectos referentes a la Ergonomía son los estudiados dentro de la interfase hombre-objeto-medio H-O-M, donde el medio es la obra completa de edificación, el objeto es el enlace propuesto contrastado con el enlace común, y el hombre es el trabajador (antes Fierro).

De estos, no explicaré el medio, debido a la extensión del tema que tomaría una tesis por sí sola, lo cual no es del interés presente y porque aunque las condiciones de una construcción puedan variar en general, son comunes en esencia y de todos conocidas; en cuanto al objeto y el hombre (usuario-trabajador) podemos distinguir tres propiedades que deben buscarse en dicha interfase:



- a) Confortable, facilidad de uso y de aprender a usar; el objeto debe ser adecuado al usuario para evitar la fatiga y con ello evitar demoras o daños relacionados con su salud, además de ser sencillo y rápido el proceso para aprender a utilizarlo y fácil de manipular para que dicha labor se realice de forma eficiente.
- b) Desempeño y productividad en el trabajo; mientras más adecuado sea el objeto a la antropometría del área de contacto con el usuario, su cometido será en principio satisfactorio.
- c) Salud y seguridad; en cuanto el objeto no represente algún factor de riesgo a corto o largo plazo para el usuario y le asegure su integridad física, éste realizará su trabajo sin contratiempos inminentes.

Estas particularidades deben ser cubiertas lo mas posible en cada objeto o artículo que salga al mercado, para mejorar las condiciones de uso y evitar situaciones que puedan provocar accidentes como "laceraciones por contacto con superficies con filo, punta, asperas entre otros que causan lesiones tanto leves como graves" y los factores de riesgo mencionados, de entre los cuales se encuentran:



a) Trabajos repetitivos.

b) Movimientos continuos al limite de las extremidades.

c) Aplicación constante de fuerza, entre otros.

Estos podrían causar la presencia de “desordenes traumáticos acumulativos DTA’s del sistema musculoesquelético, frecuentes en los lugares de trabajo (US Department of Labor 1990), de los cuales uno de los mas recurrentes es el síndrome del tunel metacarpiano (CTS por sus siglas en ingles) que afecta tanto a la mano dominante como a ambas”., y “se asocia a daños del nervio medio dentro de la muñeca.”.,

33) Robert E. Thomas &
Subhash C. Vaidya
Ergonomics 36 (4), 353-361

34) P. Lestever & A. Panaiवासoa
Ergonomics 36 (5), 537-554



Lo anterior se puede relacionar al caso específico del nuevo enlace, debido a que con él se pretende evitar “la repetición del trabajo que exige un movimiento continuo de rotación (de la muñeca -pronación y supinación- con aplicación de fuerza, por la acción del gancho sobre el alambre recocado) que puede causar lesiones a nivel del túnel metacarpiano.”³⁵

35) Woodson, Wesley
Op. cit. p. 514

Áunque “las causas de incidencia en la aparición de CTS son la vibración, fracturas, tumores, inflamación, artritis reumatoide, diabetes, edema, problemas de la tiroides, problemas renales, osteoporosis, menopáusia y obesidad, la mayor influencia es por diseños peligrosos junto con negligencia que obligan movimientos extremos y repetitivos de la muñeca (Richard W. Schoenmarklin)”³⁶, por ello, las herramientas que son usadas con las manos por un tiempo considerable o que requieren una manipulación continua y posible aplicación de fuerza deben diseñarse no sólo para que se acoplen a la mano, sino también para evitar estrés en la muñeca y el antebrazo.

36) Ronald D. Owen
Ergonomics 37 (3). 449-476

“La importancia de la mano para el ser humano, nos muestra por que daños como el CTS puede ser un gran problema y por que prevenirlo es una prioridad en el diseño de productos”³⁷.

37) *ibid*



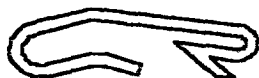
❏ FABRICACIÓN DEL ALAMBRE

El enlace propuesto se diseñó pensando ser fabricado con *alambre piano* rolado en frío NOM #1095 de calibre #12 ó #14 en su defecto; posteriormente, de acuerdo a entrevistas con conocedores del tema y la lectura de bibliografía técnica, se llegó a determinar que puede ser fabricado con *alambre HD* rolado en frío para bajar costos, pero conservando las mismas características.

Las pruebas que se realizaron para el presente trabajo fueron hechas con el *alambre piano*, razón por la cual expondré con mayor amplitud sus características, y en cuanto al *alambre HD*, menciono los datos básicos de interés relacionados con el otro material.

El *alambre piano* es un acero que se reconoce facilmente pues tiene una superficie pulida y lisa; a causa de su alta resistencia y dureza se pliega con dificultad y se secciona por medio de cizalla ó cinta de alta velocidad. "Este alambre se obtiene a partir de un alambre matriz laminado en caliente de un acero al carbón; los alambres así formados en caliente, laminados y estirados en frío, son resistentes a la oxidación y al calor, estan normalizados según la *Deutsche Internationalen Normalerweise* DIN 17221 a la 17225 en lo que respecta a su calidad; son de gran elasticidad. En forma de alambre redondo alcanza una resistencia a la tracción de 140 a 170 Kg/mm², y se normaliza según DIN 2.076".³⁸

38) Wieczorek, Leben
*Tecnología para el Trabajo
de los Metales*, p. 23



Es el mismo alambre que se utiliza para la fabricación de resortes, puesto que consigue propiedades especiales gracias a la combinación de los tratamientos térmicos y mecánicos utilizados para su fabricación, según norma de la *American Society for Testing and Materials***³⁹ ASTM: A 228/A228-83 ó norma SAE: J 178.

El *alambre HD* rolado en frío considerado para la fabricación del nuevo enlace es de 1.8 ó 2 mm de diámetro clase I, "con un contenido alto de carbono St 60 a St 70 por precisarse de una resistencia y templabilidad mayor, DIN 17100"⁴⁰, "alcanza una resistencia a la tracción de 227 a 261 Kg/mm², según ASTM: A 227/A 227-83"⁴¹, norma SAE: J 113

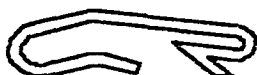
"La principal ventaja de estos alambres trefilados* sobre los laminados reside en su buena resistencia a la corrosión, debida a que su superficie es más cerrada al exterior y de mayor dureza".⁴¹

El trefilado utilizado en la fabricación de estos alambres es un estirado en frío a través de una fileteadora*, el trefilado modifica la textura del acero orientando sus fibras en el sentido longitudinal, los alambres trefilados se someten a un conjunto de operaciones de paso, tanto más numerosas cuanto deba ser su diámetro final y más elevada su resistencia, es decir, que la resistencia a la rotura y el límite elástico* de éste aumenta proporcionalmente en detrimento de su alargamiento y reducción del diámetro.

39) Heinz Decker, Karl
Elementos de unión
Metálicos p. 17

40) ASTM Annual Book
of ASTM Standards p. 22

41) Ibid. p. 25

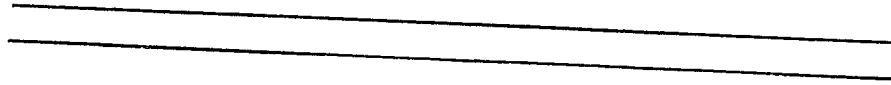


⑤ FABRICACIÓN DEL ENLACE

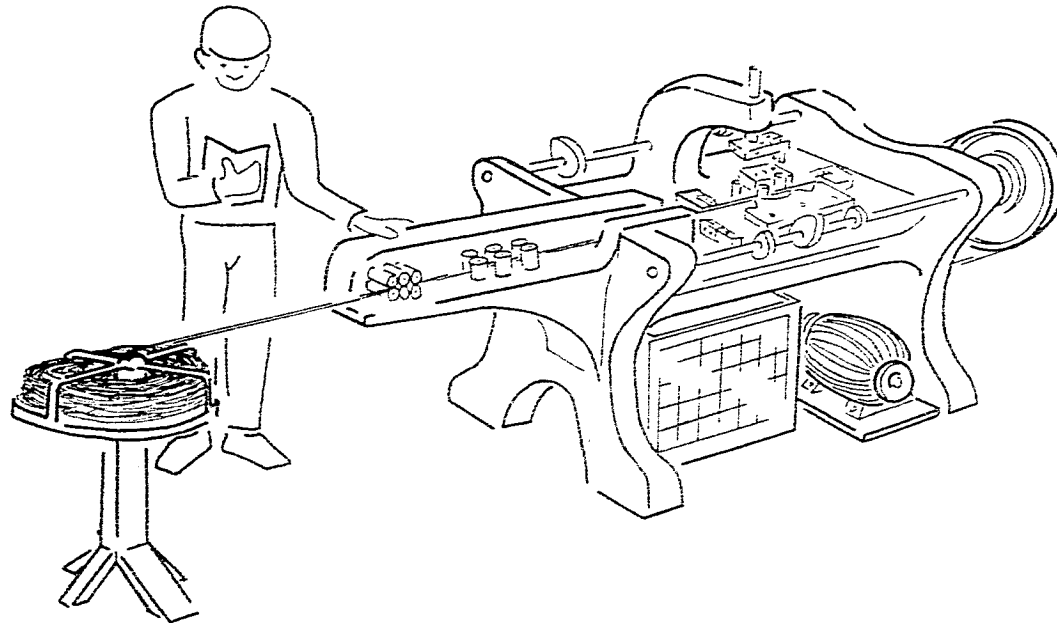
Para fabricar el *enlace* industrialmente existen en el mercado diversas máquinas capaces de realizar el corte y doblado de la forma requerida, de procedimiento totalmente automático, a costos muy reducidos con una alta productividad y calidad.

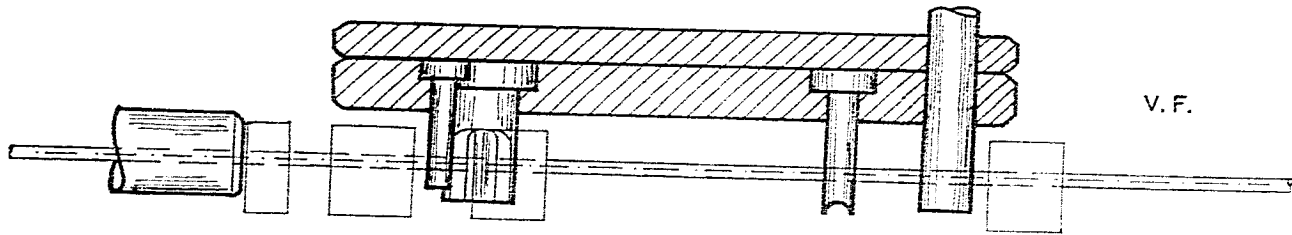
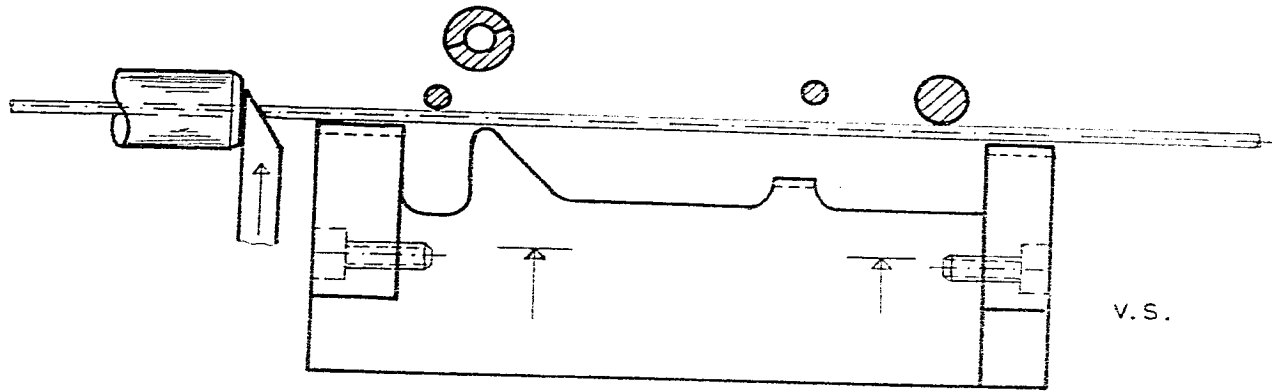
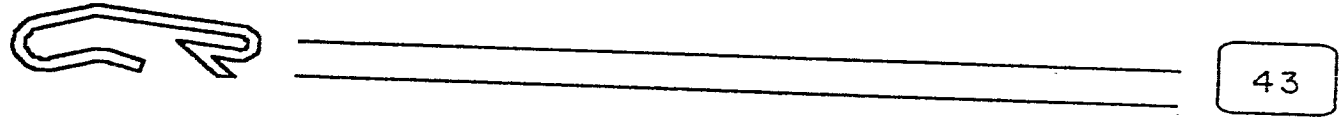
La maquinaria industrial con la cual es posible fabricar el *enlace*, va desde la más utilizada en México hasta la más moderna:

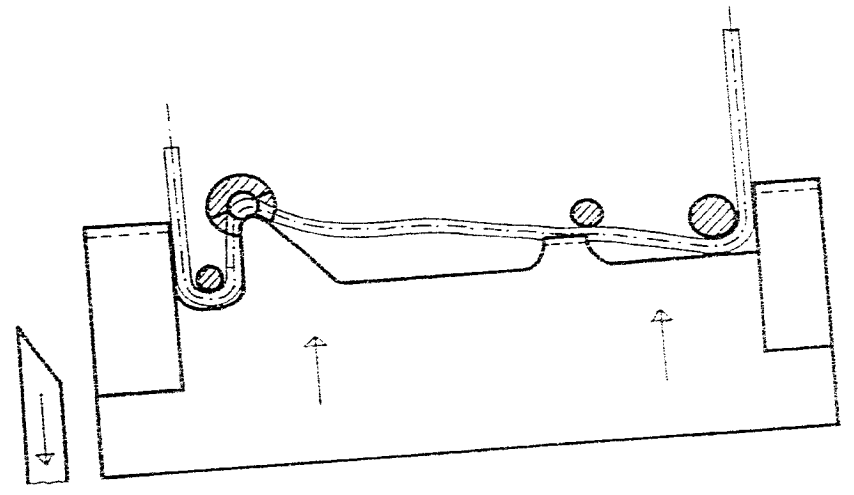
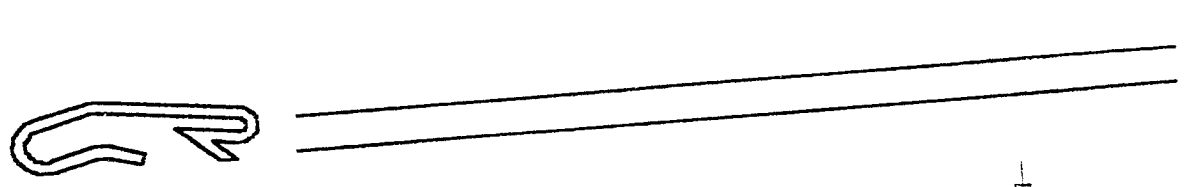
- 1) *Fourside*; de 6.8 toneladas en adelante (existen en el mercado distintas marcas: Nielson, Baird y otras), que cuenta con un cargador de material, un sistema de enderezado y un alimentador que dirige el material a una cizalla, cortador ó troquel anterior al dado sobre el cual actúan cuatro formadores hidráulicos de presión en su plano horizontal, además de poder incluirle uno ó más formadores en su plano vertical (para el caso del nuevo *enlace*, sólo se requieren dos) y un botador que libera al dado tirando la pieza ya conformada y terminada hacia abajo a un recolector; como se muestra a continuación mediante dibujos:



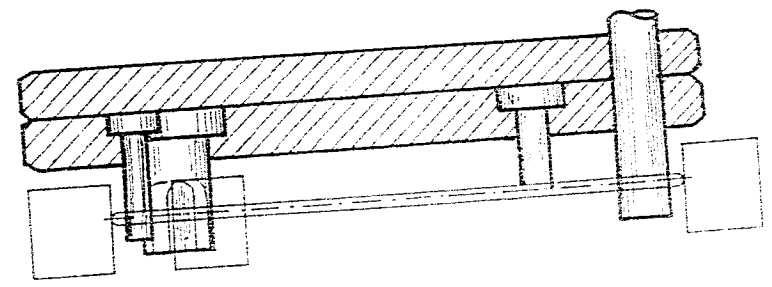
42







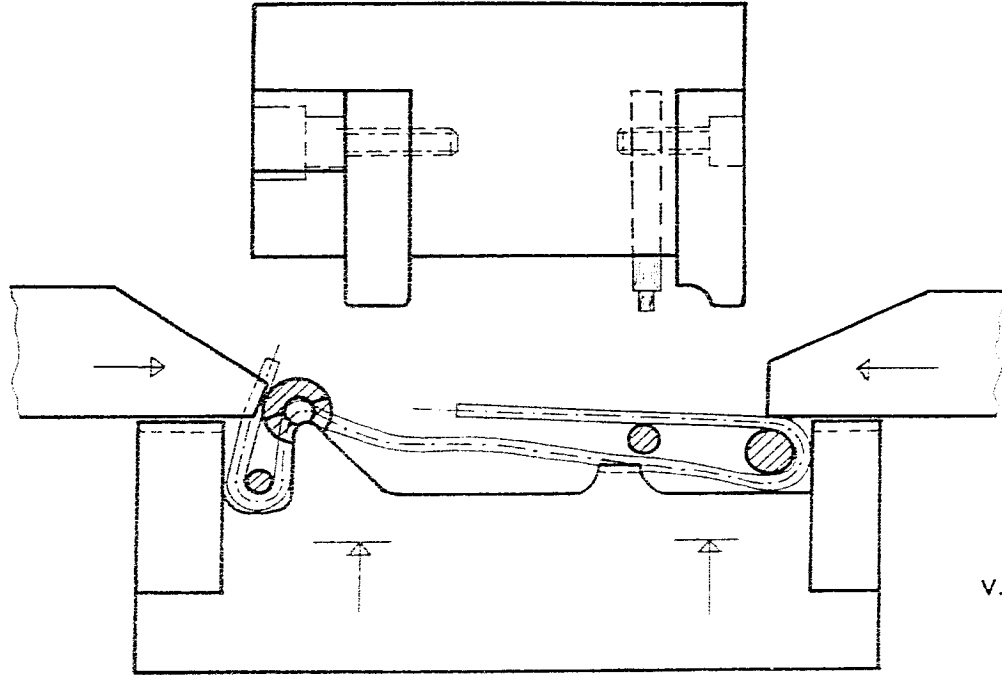
V.S.



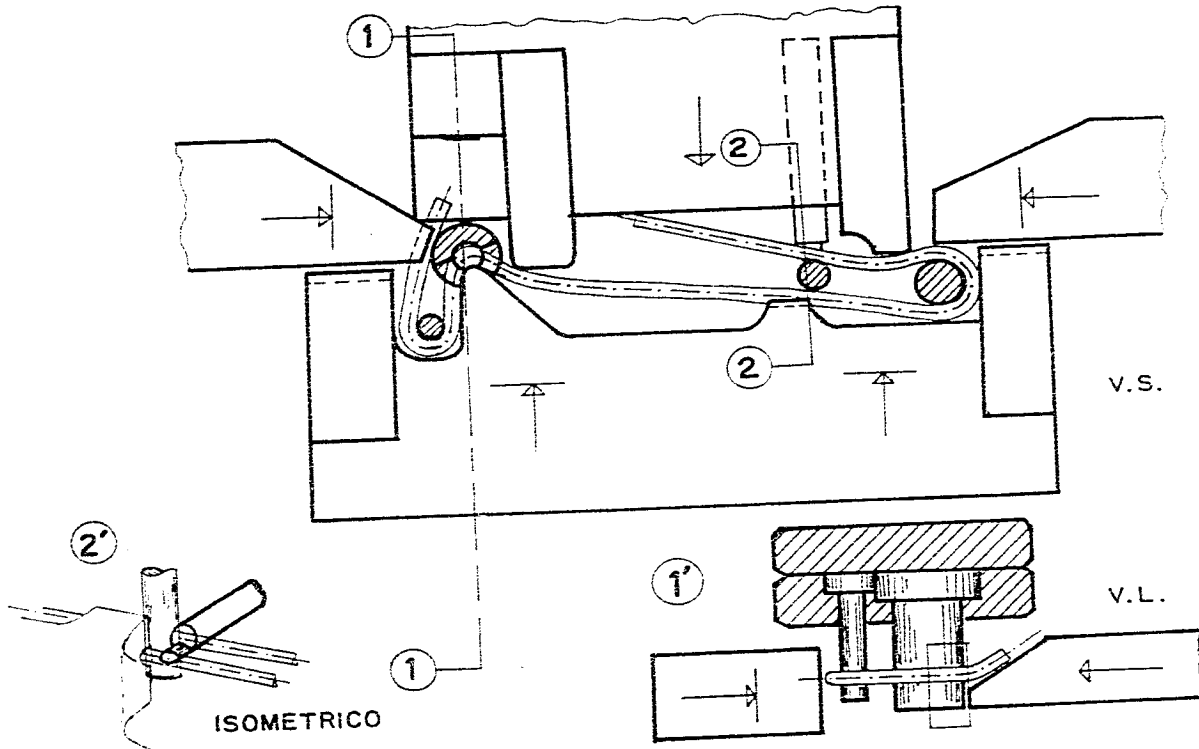
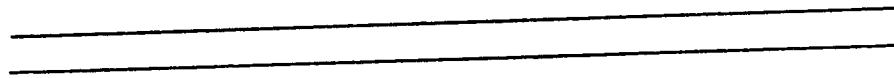
V.F.

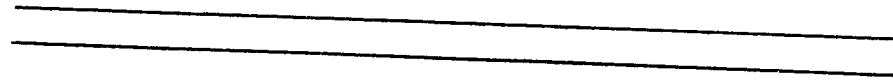


45

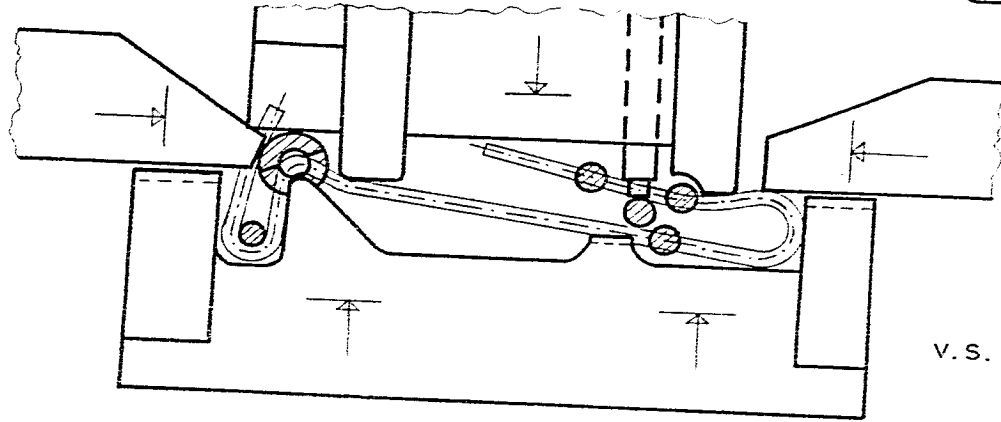


v.s.

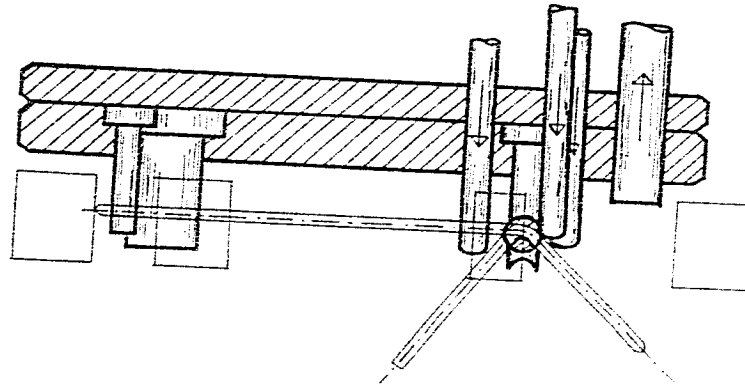




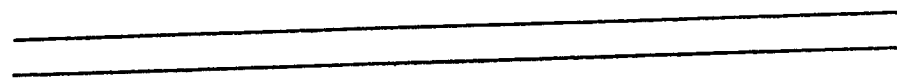
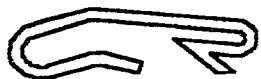
47



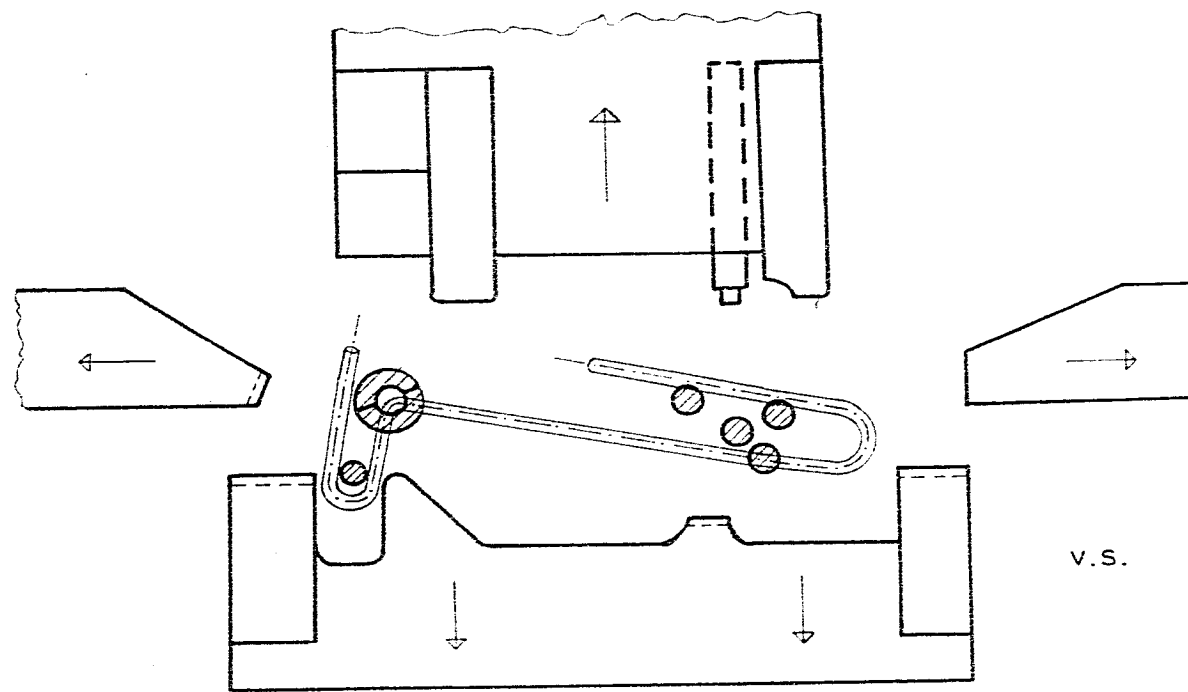
V.S.



V.F.



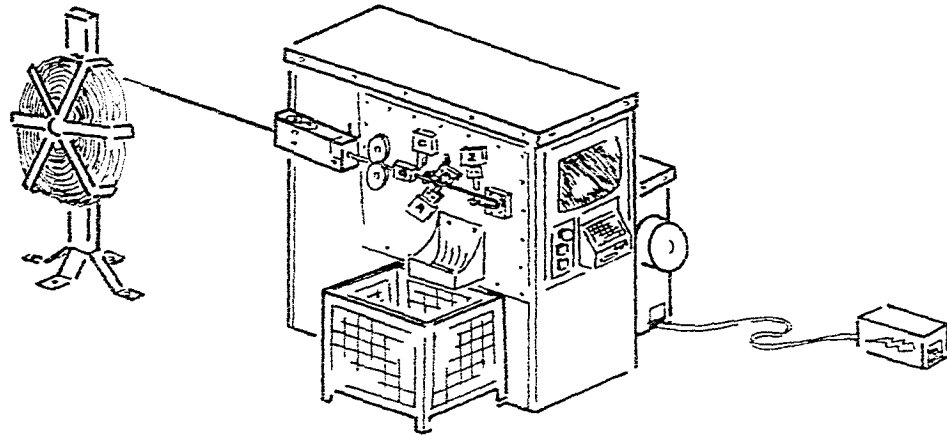
48



V.S.

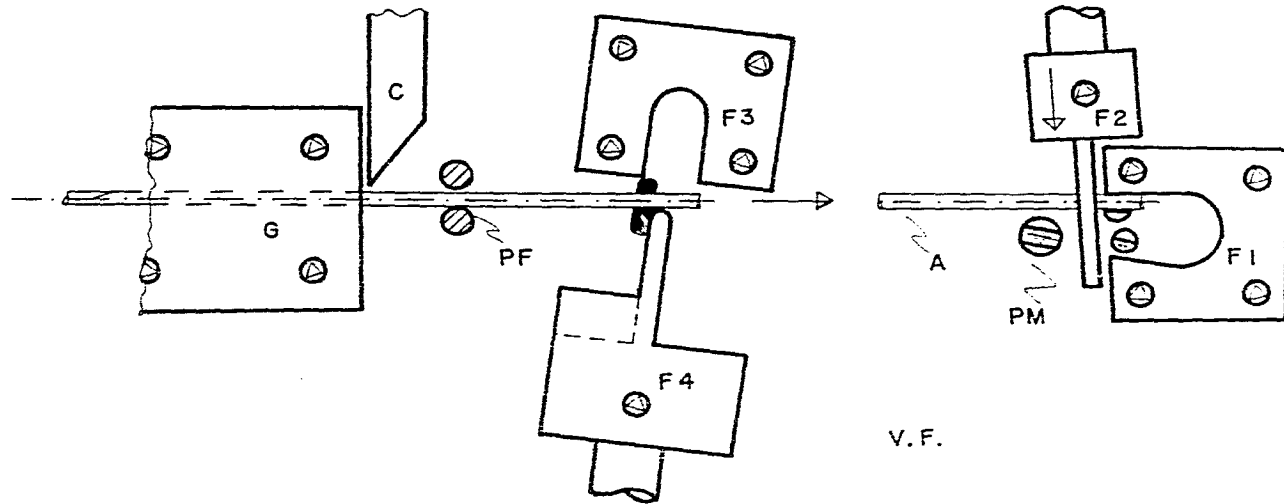


- 2) *Hidráulica vertical*; máquina similar a la Fourslide en la manera de conformar el alambre, pero de nueva tecnología que cuenta con sistema hidráulico controlado por relevadores electrónicos para mover los formadores, además del usual cargador de material, sección de enderezado, alimentador, cortador y dado; la diferencia estriba en que su superficie de trabajo está en su plano vertical, quedando expuesta frente al operador. En esta máquina también se pueden incluir más formadores (perpendicularmente, sirviendo también como botadores). En las ilustraciones siguientes se muestra:



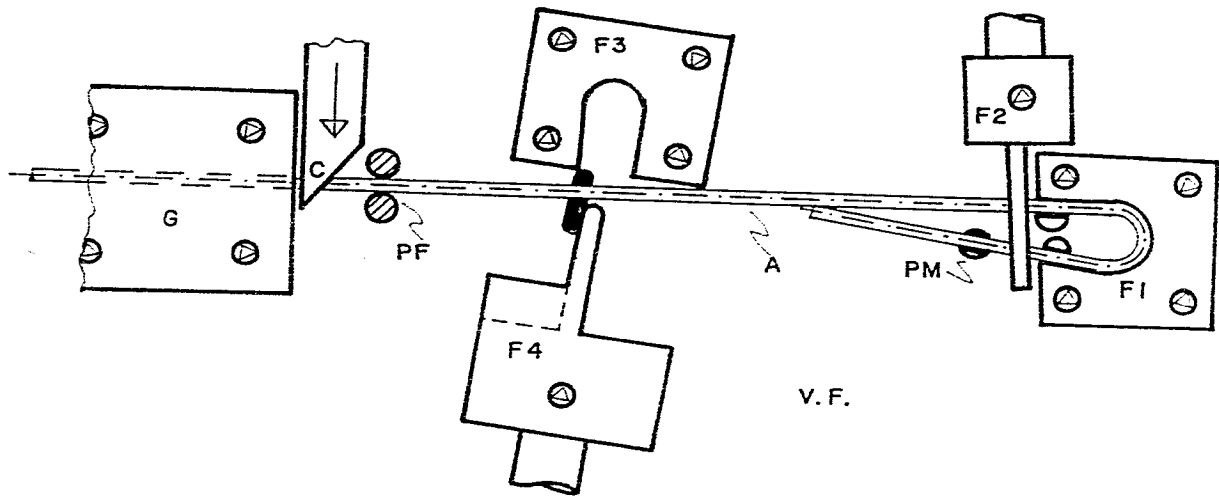


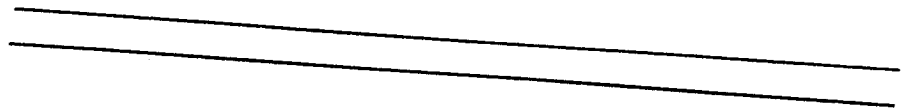
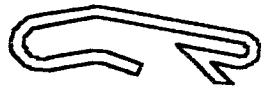
A - alambre
C - cortador
F - formador
G - guia
PF perno fijo
PM perno movil



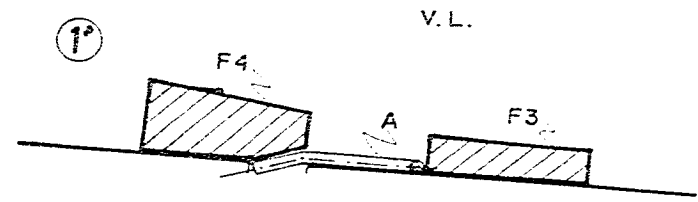
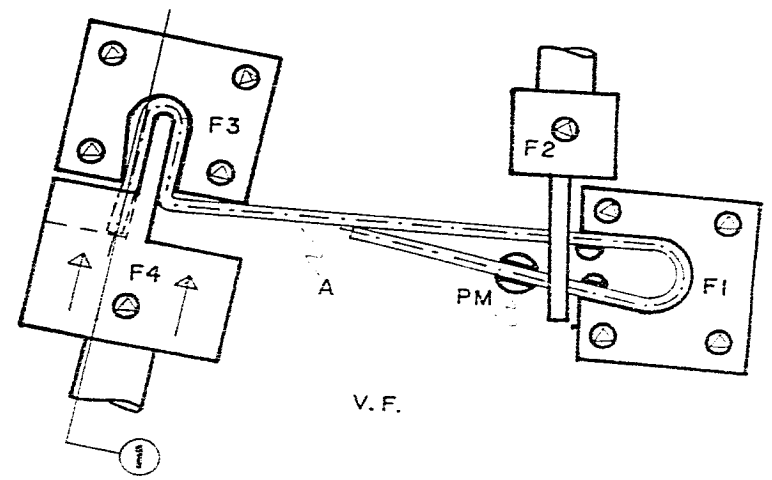
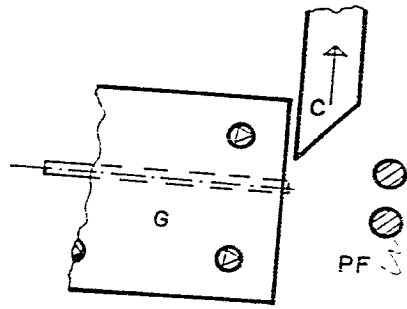


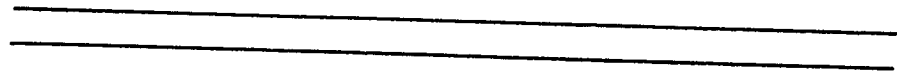
51



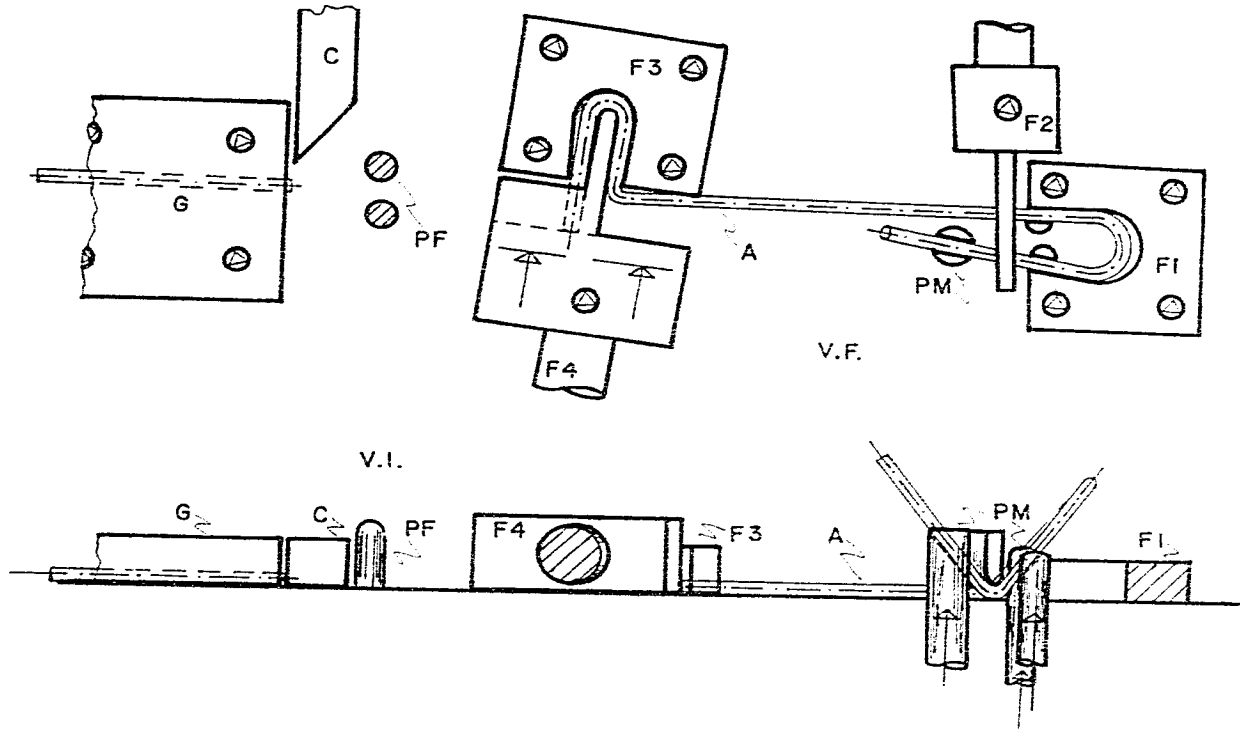


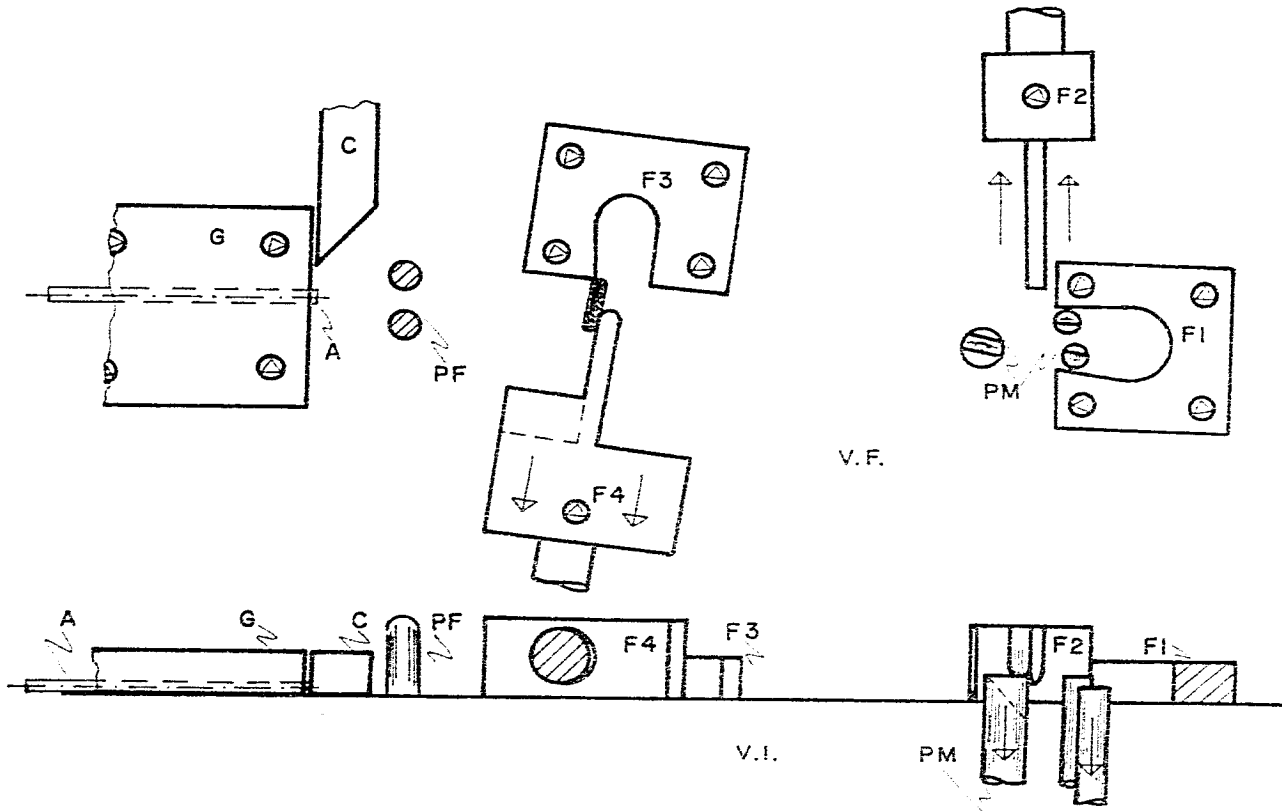
52





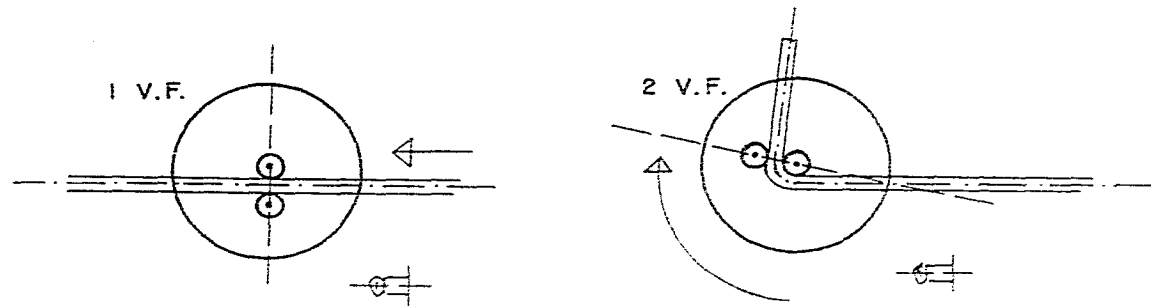
53

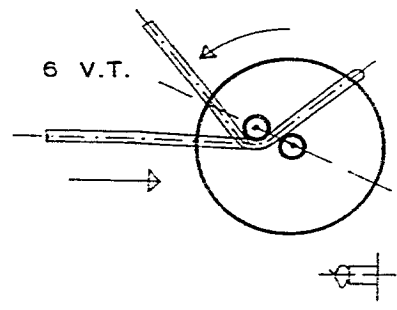
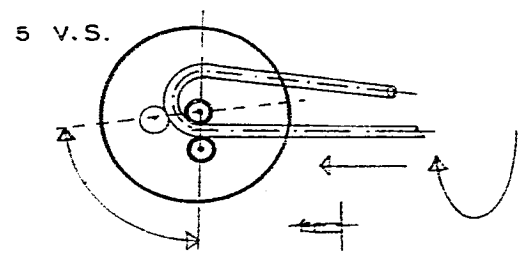
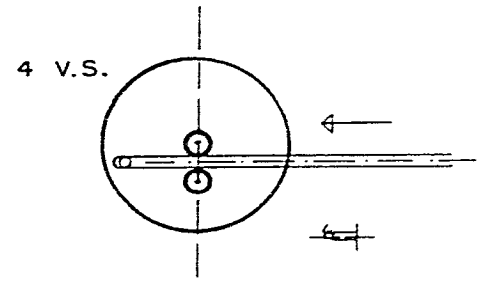
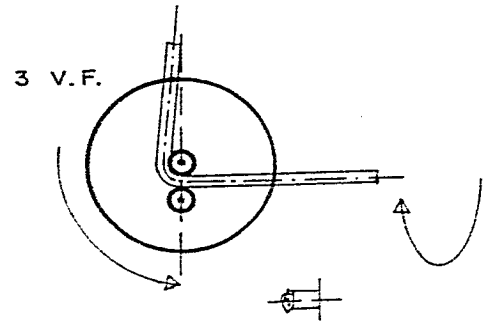
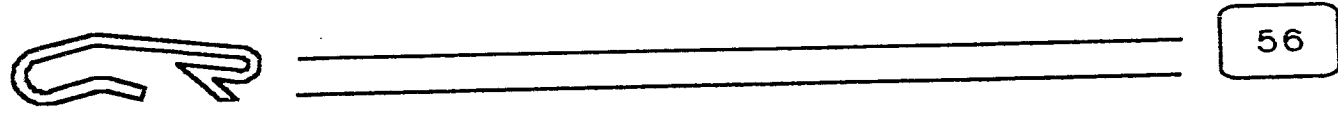


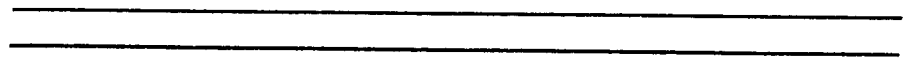




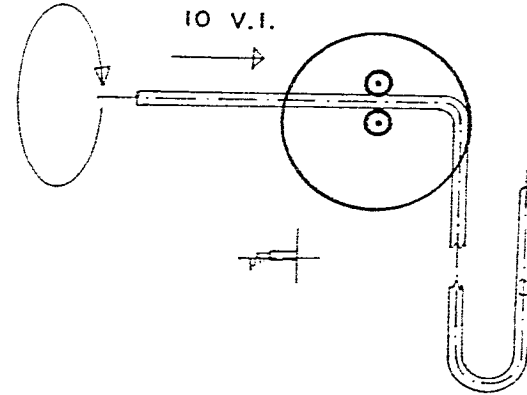
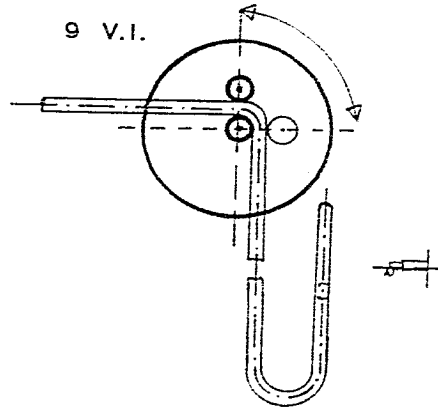
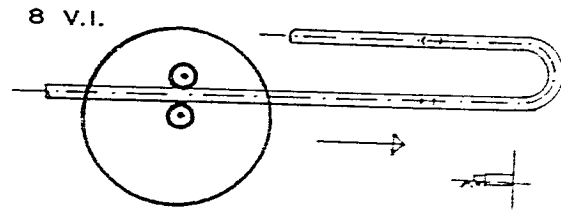
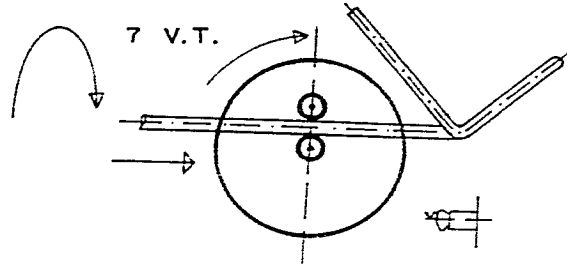
- 3) *Robomac**4*; maquinaria autónoma con tecnología de punta para el conformado de todo tipo de artículos de alambre mediante programación de su forma y dimensión con sistema de control numérico por computadora CNC; es una máquina altamente productiva y eficiente debido a su brazo movable con dos cabezales de plegado (rotación horaria y antihoraria infinita) que permite el conformado con sólo dos herramientas. Cuenta con componentes electrónicos controlados por computadora, su sistema de enderezado y alimentación tienen capacidad para alambres de 2 a 6 mm. de diámetro; La manera de fabricar el alambre sería como se muestra en las siguientes ilustraciones:





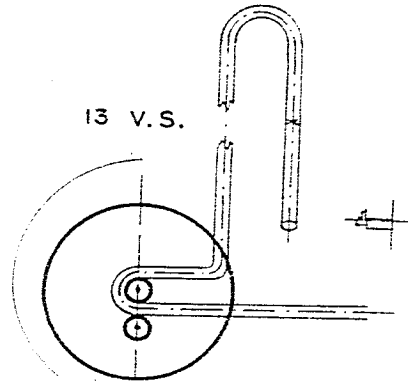
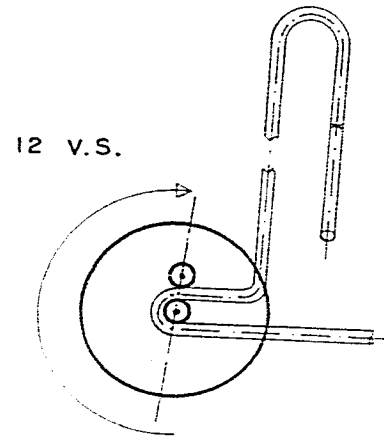
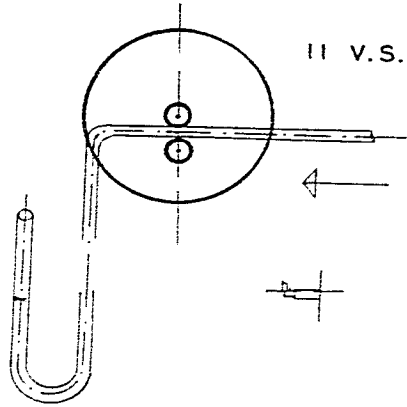


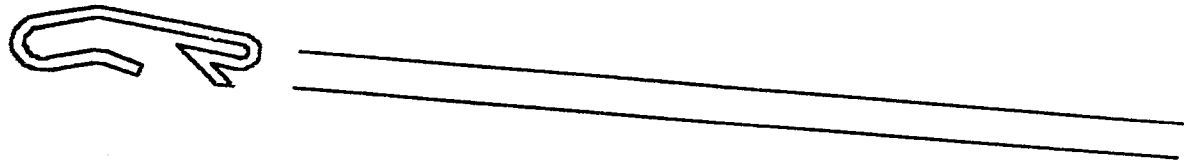
57



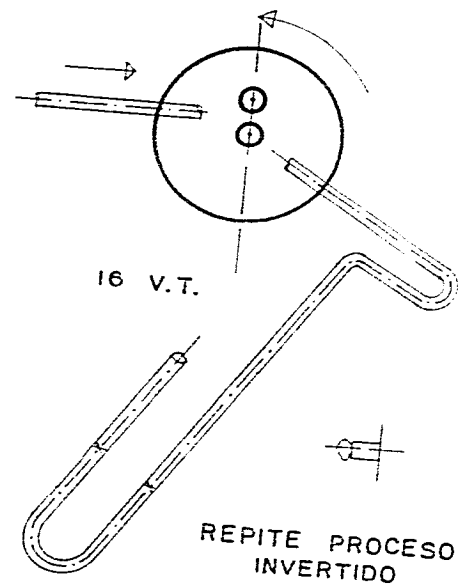
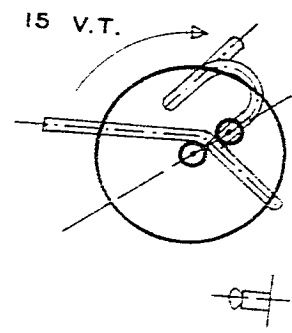
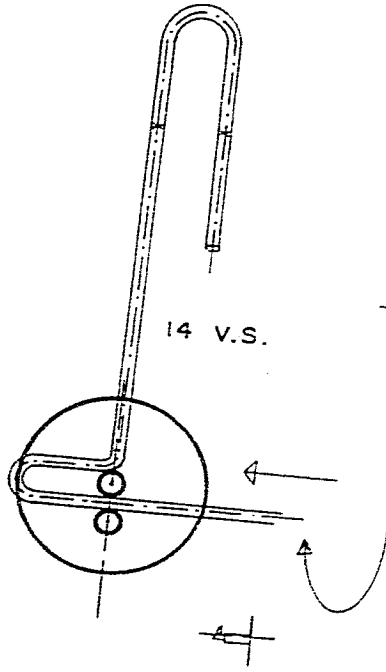


58





59



REPITE PROCESO
INVERTIDO

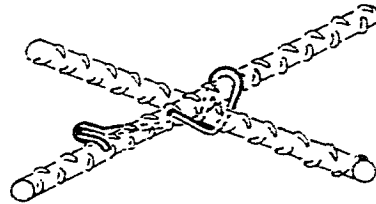


7 RAZONAMIENTOS PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS

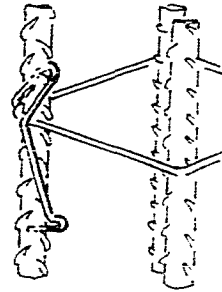
Las armaduras dispuestas en el interior de la masa del hormigón absorben los esfuerzos que se les han atribuido y que he expuesto con anterioridad en el capítulo *MATERIALES Y MÉTODOS*. Después de ésta reseña preliminar, expóngo a continuación los pasos de las pruebas realizadas para comprobar la funcionalidad del enlace de varillas en los procesos de formación de armaduras para edificar columnas, trabes, losas, y otros en construcciones con concreto armado.

La utilización del enlace se plantea de manera industrializada para edificar casas, comercios, bodegas ó cualquier obra pequeña y mediana; mediante su aplicación en las uniones como se muestra:

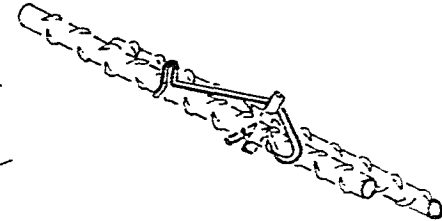
1. en cruz
(de varilla con varilla)

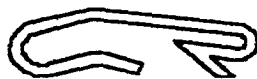


2. en angulo
(de varilla con estribo)



3. para aumento
(de varillas superpuesta con otra)





Las pruebas juegan un papel importante en la industria de la construcción; nadie puede decir la dureza de un concreto con sólo mirarlo ó decir que un piso esta compactado al 95% por sólo caminar en él. Un típico proyecto de construcción necesitará muchas pruebas realizadas por especialistas con equipo especial.

Como dice el Arq. Jay Bannister: "checa las armaduras en su armado general, estan seguras? muevelas, sacudelas, patealas, se mueven? Si es así, no estan suficientemente fuertes y probablemente se deformen ó corran con el peso del concreto mientras se cuela. He visto armaduras completas colapsarse mientras se vaciaba el concreto".⁴²

42) Bannister, Jay
Building Construction
Inspection for Architects
p. 39 y 40

Las pruebas a realizar confirman la eficiencia del *nuevo enlace*, no son muchas ni especialmente elaboradas, debido a la reducida y especifica función del enlace (prueba de investigación ergonómica y prueba mecánica en laboratorio de materiales); divididas de esta forma, de acuerdo al estudio y comprobación de su función de uso y a su función mecánica.

El Ing. Marco Aurelio Torres lo ha dicho claramente: "todos los reglamentos de construcción deben estar respaldados por investigaciones y pruebas de laboratorio que confirmen la eficiencia de los procesos y productos"⁴³. De ahí la realización de la prueba práctica de colocación y aprendizaje, y de la prueba de laboratorio, que presento enseguida.

43) Programa de Radio:
La Ingeniería en Marcha
Radio Universidad 96.1 fm.
Mexico, D.F. Junio 1994
Mañes 12:00 am 1:00 pm

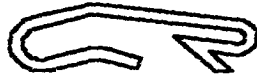


❸ PRUEBA FUNCIONAL DE COLOCACIÓN Y APRENDIZAJE

Prueba comparativa del tiempo de colocación y del tiempo de aprendizaje del enlace propuesto.

Introducción

En la actualidad son necesarios avances tecnológicos que efficienten los procesos productivos en todas las áreas industriales, en este caso específico, un proceso de la industria de la construcción. Para confirmar las cualidades de aprendizaje y rapidez en la puesta de un *nuevo enlace* de varillas para formar armaduras, se llevo a cabo esta prueba de campo de la cual se obtuvieron resultados comparativos, éstos dan evidencia positiva del nuevo enlace propuesto para su aplicación adecuada (rapidez y firmeza en la colocación y fijación), eficiencia (seguro y fácil de usar) y por último su factibilidad dentro de la industria de la construcción.



Antecedentes

En la historia del hombre, se distingue que desde el momento en que el homo-erectus deja las cavernas y comienza a construir sus refugios ó viviendas, conoce y utiliza ya desde entonces el procedimiento de enlazar los sostenes hechos de ramas ó troncos (esto quizás. por la experiencia en la fabricación de armas y herramientas para caza, defensa y diario) para formar estructuras que soporten un techo y con esto lograr cubrirse de las condiciones climáticas, así como el delimitar un área determinada para marcar su propiedad con la colocación de paredes hechas de diferentes materiales; esa ligadura ó enlace tenía entonces como ahora el mismo fin práctico.

En muchos países desarrollados se ha realizado esta unión (aproximadamente desde 1880) como hasta ahora, mediante entretrejido ó con alambre de atar (alambre recocido de 1 mm. de diámetro calibre #18, que nombro para efectos del presente como enlace No. 1, debido a que es la técnica usada en la actualidad); hoy día en países del primer mundo como Alemania, Japón, USA, y otros se efectua esta unión también por medio de soldadura con agregado de material ó con un procedimiento en concepto igual al del alambre recocido, pero con un alambre rígido conformado anteriormente en vez de éste y un gancho mecánico en vez del gancho manual común.



Los enlaces sea cual sea su forma ó técnica de sujeción, tienen importancia esencial para la formación de estructuras, pero aunque existe una amplia variedad de literatura concerniente a las armaduras y a pruebas de resistencia de armaduras a fuerzas externas, técnicas o métodos de construcción y cálculos técnicos de resistencia estructural, no se conocen pruebas realizadas para asegurar la eficiencia de los enlaces y ni siquiera existen antecedentes de porqué, dónde, quién ó cuándo comienza a utilizarse el alambre de atar.

El nuevo enlace lo nombro *enlace No.2* para efectos del presente documento debido a que es una segunda opción para dicho uso y esta constituido por alambre piano de 2 mm. de diámetro calibre #12; éste alambre se obtiene apartir de un alambre matriz de bajo contenido de carbón, el mismo que se utiliza para la fabricación de resortes.

La principal ventaja de usar este material, es su buena resistencia a la corrosión debido a que su superficie es más cerrada al exterior y de mayor dureza.



Objetivos

Para el estudio presente se tienen tres objetivos primordiales que se conjuntan en un sólo trabajo de investigación:

El primero es una prueba que determina el tiempo que se tarda un usuario experto *Fierrero* en enlazar varilla, para aprender la nueva técnica.

El segundo se realizó al mismo tiempo que la prueba anterior; para conocer cuanto se tarda dicho sujeto en colocar un número determinado de enlaces (8 uniones, número elegido pues no son muchas uniones como para demorar el experimento, pero son las suficientes para poder cronometrar los resultados con cierta exactitud).

Por último, se compararon los resultados de la prueba anterior con la colocación del mismo número de uniones, pero realizada con la técnica utilizada comunmente (alambre recocido de calibre #18). Es decir, los objetivos son:

- Demostrar lo fácil y rápido que es aprender a colocar el enlace No.2
- Demostrar que es más rápido colocar el enlace No.2 que el No.1
- Demostrar por tanto, la conveniencia de la utilización del enlace No.2 en relación al No.1 con respecto al tiempo de puesta en obra y tiempo general de la misma.



Hipótesis

"El procedimiento de uso del enlace No.2 es más rápido de aprender que el procedimiento del enlace No.1, así mismo, es más rápido de instalar el enlace No.2 que el No.1"

Materiales y Métodos

La prueba se conformó de la manera más sencilla y concreta posible para evitar confusión tanto para los voluntarios como para obtener resultados concretos y objetivos.



Está "re-arto fácil"
dice Ferrero experto

Primero se tomó la información pertinente de la hoja de *toma de datos*, antes de continuar con la medición de los tiempos; posteriormente se le presentó el simulador de prueba al voluntario experto *Ferrero* (como se muestra en la ilustración y que se explica en la sección de equipo) mostrándoles de la manera más exacta e idéntica para todos los sujetos, el procedimiento para colocar el enlace No.2 (basándose en mostrarle el enlace, la forma de tomarlo y de colocarlo); por último se les dio la oportunidad de colocar en su sitio dos enlaces, para saber que comprendieron la explicación del procedimiento, logrando así que todos tuvieran la misma información y comprensión de la técnica de uso.



Para la primera parte del experimento coloqué 8 enlaces del No.2 en orden lineal sobre una mesa junto al simulador, de igual modo, para la segunda parte del experimento se coloqué en forma lineal los ocho alambres recocidos ó enlaces No.1 previamente cortados, doblados y conformados para no requerir más que colocarlos.

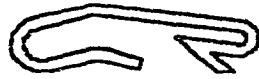
Con cronómetro en mano se le pidió por turno a cada voluntario que colocara ocho enlaces del No.2 y repitiera la serie hasta que se estabilizaran los tiempos resultantes u obtenidos; al final de cada serie se tomó el tiempo que requirió para completar la puesta de dichas ocho uniones (varilla-estribo), los resultados de los tiempos y número de intentos se anotaron de forma individual en la *hoja de datos* de cada sujeto**5.

Se consideró que cuando el tiempo de colocación disminuyera hasta estabilizarse, el voluntario habria aprendido a colocar el *enlace*, también se consideró que ese era el tiempo menor en el que puede llegar a colocar el experto *Fierrero* el *enlace* en un día común de trabajo, en otras palabras, dicho tiempo es el mínimo requerido ó necesario para la colocación de ocho enlaces; del mismo modo, pero sólo por una ocasión se le pidió a cada voluntario colocar *ligar* ocho uniones con el *enlace* No.1, pensando que el tiempo obtenido, es el requerido y utilizado normalmente por estos para realizar el *enlace* de dichas ocho uniones en un día común de trabajo.



Los datos entonces anotados, los interprete por medio estadístico mediante la obtención de:

- a) La **media** (\bar{X}): tomada de los cuatro últimos valores. *tiempo* de colocación de cada sujeto ó voluntario, esto se debe a que deducimos que son los tiempos estabilizados, a diferencia de los primeros valores que deducimos es el tiempo requerido para aprender a colocar adecuadamente el enlace No.2: es decir: $\sum x/n$
- b) La **varianza** (S^2): tomada también de los tiempos de cada sujeto para determinar la variación existente en los resultados obtenidos; es decir, $\sum (x-\bar{X})^2/n-1$
- c) La **desviación estandar** (S): obtenida de la varianza, por cada individuo para confirmar la exactitud de los resultados; es decir, $\sqrt{S^2}$
- d) La **razón** (R): determinación del tiempo necesario para colocar el enlace No.1 a diferencia del enlace No. 2 ó razón que existe en el número de veces necesarias para la puesta de un enlace con respecto al otro; es decir, \bar{X} No.1/ \bar{X} No.2
- e) **Coficiente de variación** (CV): porcentaje que demuestra la relación ó proporción significativa de los tiempos para colocar el enlace No. 2 por cada individuo entre la variable; es decir, $S/\bar{X} * 100$
- f) y por último, la obtención de la **media** de los tiempos de todos los sujetos, su varianza, su desviación estandar y la razón comparativa de la media de la puesta del enlace No.2 con la media de la puesta del enlace No. 1



Todos los valores obtenidos de la forma anterior dieron la pauta para discutir y definir los resultados que deseaba presentar y demostrar.

Las variables que determinaron el experimento fueron:

- 1) **Variables independientes;** enlace No.1 (alambre recocido de 1mm. de diámetro calibre #18), y enlace No.2 (alambre roiado en frío conformado anteriormente, de 2.5 mm. de diámetro calibre #12).
- 2) **Variables dependientes;** el tiempo de enlace y el tiempo de aprendizaje.
- 3) **Variables controladas;** el simulador que consta de 2 estribos ó anillos y 4 varillas contenidas en un bloque de cemento; condiciones del experimento iguales para cada voluntario, el mismo método de explicación tanto del experimento como del enlace No. 2 y el porqué del mismo, modo de cronometrar, mismo simulador, elección de utilizar el gancho que más le acomodara a cada sujeto, y selección de los sujetos que ayudaron en el experimento mediante la identificación de sujetos con experiencia en la colocación del enlace No. 1.



Equipo

Se utilizó para poder realizar el experimento, los objetos ó equipo descritos a continuación:

- a) Simulador; el mostrado en la ilustración anterior y que consiste de un bloque de cemento blanco que contiene 4 varillas de 1/4" en posición vertical separadas entre sí a una distancia de 20 cm. en las cuales se colocaron dos estribos ó anillos de alambroón (los cuales sirvieron para ser enlazados con las varillas); el simulador se colocó en una mesa a 70 cm. del suelo en sentido que las varillas quedaron verticalmente.
- b) Cronómetro electrónico marca *Advance* con arranque y paro automático, con contéo hasta centésima de segundo.
- c) Ocho enlaces del No. 2 para cada voluntario.
- d) Ocho enlaces del No. 1 previamente cortados, doblados, conformados y listos para su colocación por cada voluntario.
- e) *Hoja de datos* y lápiz para anotar los tiempos, respuestas y datos de cada individuo.
- f) Cámara de video super 8 marca Sony y cámara fotográfica marca Konika para registrar el experimento en su generalidad.
- g) Mesa, ganchos de Fierro y una pinza de corte.

12







Procedimientos

Para la toma de datos se utilizó la *hoja de datos* siguiente para anotar los tiempos de colocación de la serie de ocho enlaces, las respuestas del cuestionario con las preguntas que se le hicieron a cada sujeto y los datos pedidos y tomados de cada individuo:

HOJA DE DATOS

1) TOMA DE DATOS

No. de voluntario _____ sexo _____ edad _____ años de experiencia _____

descripción física de la mano: _____

grueso dedo índice (2^o falange) _____ ancho dedo pulgar (1^o falange) _____

2) TOMA DE TIEMPOS

TIEMPO											
NÚMERO DE INTENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AR # 18

3) CUESTIONARIO

(antes de la prueba)

1. Cuánto tiempo tardó en aprender a amarrar con alambre recocido?

(después de la prueba)

2. Cuál de las 2 técnicas de colocación es más rápida de aprender?

No 1 No 2

3. Cuál de las 2 técnicas de colocación es más fácil de usar?

No 1 No 2

4. Cuál de las 2 técnicas de colocación es más rápida?

No 1 No 2

5. Cuál de los 2 materiales de los enlaces es más seguro?

No 1 No 2



La información obtenida en la *hoja de datos*, permitió diferentes y útiles resultados que expóngo a continuación:

Primera parte; permitió conocer la experiencia del voluntario, la medida de la parte del cuerpo del sujeto que entra en contacto con el enlace No.2 (para determinar que el largo de esta parte del enlace es la adecuada), y el efecto que ocasiona el uso del alambre recocido y el trabajo del *Fierrero* en su mano.

Segunda parte; en esta parte se reunieron el número de veces requeridas para colocar el enlace No.2 correctamente ó serie de tiempos mínimos continuos del enlace No.2; en donde TA es el tiempo de aprendizaje, T2 es el tiempo menor de cada individuo para colocar la serie de ocho del enlace No.2, T1 es el tiempo de puesta de la serie de ocho del enlace No.1. Además se obtuvieron los datos necesarios para constatar la diferencia del tiempo ó razón de colocación del nuevo enlace comparado con el No.1 (Todos los tiempos fueron tomados en segundos y las medidas en milímetros).

Tercera y última parte; a cada uno de los voluntarios se le hicieron cuatro preguntas sencillas, concretas y específicas a la cuestión del uso de los enlaces al finalizar el experimento, para conocer su interés y opinión; y una pregunta antes de comenzar la prueba para conocer a su juicio cuanto tardó en aprender a unir con el alambre recocido ó enlace No. 1 las varillas y formar las armaduras.



Resultados

En esta sección se trata la presentación estadística y gráfica de los resultados del experimento, donde \bar{X} es la media, S^2 la variación, S la desviación estandar, CV el coeficiente de variabilidad y R la razón (todos los valores de tiempo están dados en segundos y las medidas en milímetros). Lo presento en el orden de la sección *Materiales y Métodos* para continuar con la interpretación de estos en la sección de *Discusión*.

TABLA-1 DATOS DE CADA INDIVIDUO Y SU MEDIA

SUJETO	SEXO	EDAD (AÑOS)	EXPERIENCIA (AÑOS)	2º F. INDICE (MILIMETROS)	1º F. PULGAR (MILIMETROS)	CONDICIONES DE LA MANO
1	M	24	1	20	23	callos y cortadas
2	M	20	1/2	18	24	callos sin cortadas
3	M	50	15	20	25	pocos callos
4	M	39	2	17	23	muchos callos
5	M	32	4	18	24	callos y ciertas cortadas
6	M	61	2	16	22	sin mayor daño
7	M	33	3	19	25	callos y cortadas
8	M	31	7	17	21	pocos callos sin cortadas
PROMEDIO		36	4.3	18	23	



TABLA-2 TIEMPOS DE APRENDIZAJE POR INDIVIDUO Y PROMEDIO GENERAL

SUJETO	INTENTO 1 (SEGUNDOS)	INTENTO 2 (SEGUNDOS)	INTENTO 3 (SEGUNDOS)	(TA) ENLACE No 2 (SEGUNDOS)	ENLACE No. 1
1	41.72	31.66		73.38	1 Hora
2	39.37	35.38		74.75	1/2 Hora
3	38.44	38.66		77.10	1 Mes
4	36.63	34.43		71.06	1 Hora
5	43.69	48.50		92.19	1 Mes
6	62.21	50.91	70.72	183.84	2 Dias
7	45.44	38.53		83.97	6 Meses
8	47.40	36.91		84.31	2 Meses
PROMEDIO	44.36	39.37		92.57	

TABLA-3 TIEMPOS DE COLOCACIÓN DE ENLACES POR INDIVIDUO Y MEDIA (en segundos)

SUJETO	ENLACE No 2				ENLACE No 1	
	\bar{X}	S^2	S	CV	\bar{X}	R
1	24.33	5.05	2.24	9.2%	111.91	4.6
2	30.71	25.69	5.06	16.4%	203.40	6.6
3	32.00	4.35	2.08	6.5%	155.09	4.8
4	27.67	2.82	1.68	6.1%	76.12	2.7
5	30.73	2.82	1.68	5.4%	66.93	2.1
6	39.08	142.16	11.92	30.5%	188.43	4.8
7	50.13	83.71	9.15	18.2%	143.97	2.8
8	31.65	31.84	5.64	17.8%	96.31	3.0
PROMEDIOS	33.28	41.28	4.93	13.7%	142.30	3.9



TABLA-4. RESPUESTA DE CADA INDIVIDUO A LAS PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO

SUJETO	PREGUNTA 2	PREGUNTA 3	PREGUNTA 4	PREGUNTA 5
1	2	2	2	2
2	2	2	2	2
3	2	1	2	2
4	2	1	2	2
5	AMBOS	1	1	1
6	2	2	2	2
7	2	2	1	2
8	2	2	2	2
A FAVOR DEL ENLACE NO. 2	93.75%	62.5%	75%	87.5%

Conclusiones

- 1) La razón demuestra que entre las medias de los tiempos de puesta de los enlaces No.1 y No.2 existe una diferencia significativa (casi la cuarta parte 1/4), lo cual confirma la hipótesis de la rapidez en la colocación del enlace No.2 (alambre rígido) comparado con el tiempo requerido para colocar el enlace No. 1 (alambre recocido).



- 2) El tiempo de aprendizaje del enlace No.2 es notoriamente menor al requerido para aprender a usar el enlace No. 1, considerando que los voluntarios lograron colocar adecuadamente el nuevo enlace en un período reducido (un minuto y cuarenta segundos en promedio), esto se logró en tan solo 24 puestas ó intentos de colocación aproximadamente; es decir, que no se requiere de una práctica de varias horas ó días para dominar la técnica.
- 3) Los resultados de las preguntas son sólo una visión general de la aceptación que el enlace pudiera tener al introducirla al mercado con respecto a sus usuarios directos. No los estudio más a fondo, pues considero que las respuestas expresan lo deseado por sí sólas.

Discusión

Se hubiese deseado que existieran trabajos, experimentos ó pruebas, bibliografía ó antecedentes sobre el alambre recocido para poder tomarlos como referencia ó comparativo con el presente trabajo, como ésto no fué posible, entonces se dedujo que como se ha usado éste por largo tiempo y no existe tampoco reglamentación ante su aplicación, el enlace es adecuado y funcional. Comenzando con esa premisa es difícil demostrar la superioridad ó mejor aplicación de otro procedimiento ó técnica; tarea a la que dedique un esfuerzo consistente en las pruebas y resultados de este experimento.



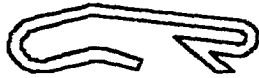
La interpretación de los datos entonces recopilados y ordenados por medio estadístico y gráfico son:

- 1- Se realizó el experimento con sólo ocho sujetos debido a que es difícil lograr la colaboración de estas personas que trabajan 11 hrs. diarias de lunes a viernes y seis hrs. los sábados, que tienen además un nivel socio-cultural bajo, y su interés y preocupación gira alrededor de obtener un beneficio económico directo. Todos los sujetos son de sexo masculino, pues es un oficio netamente masculino.
- 2- Existe un área de contacto entre los dedos de la mano (2º falange del índice y 1º falange del pulgar) con el mango del enlace que resulta similar, por lo cual dedujo existe una relación adecuada de manipulación.
- 3- Encontramos sujetos desde 20 hasta 61 años de edad con un promedio de 36 años, los jóvenes se dedican a trabajos más fuertes y los mayores poco a poco sólo supervisan, enseñan ó ayudan a los jóvenes en trabajos menos pesados; aquí notamos que las manos de los mayores tienen ya menos callosidades y cortadas al momento del experimento (aunque es obvio que tienen ciertas callosidades y marcas de cortadas resultantes de varios años de realizar su oficio), esto se debe a que realizan una actividad que los expone al contacto con materiales ásperos, filosos y oxidados, ocasionando heridas comunes.
- 4- Los datos referentes a los años de experiencia se obtuvo preguntando a cada sujeto su propia experiencia corroborandola con la opinión de su(s) compañero(s), tuve de



voluntarios a personas con experiencia desde medio año hasta de 15, siendo el promedio de experiencia 4.3 años; como es de suponer, los jóvenes son los de menor experiencia y más los mayores.

- 5- Si observamos la gráfica uno notamos como el tiempo que requirió sin excepción cada sujeto para colocar el enlace No.2, disminuyó con el tiempo hasta estabilizarse alrededor de 10 ó 15 segundos, esto dió la pauta para pensar que los tiempos mayores son los necesarios para aprender a colocar el enlace (lo cual sucedió alrededor de dos intentos, excepto en un caso que requirió de cuatro intentos, esto se justifica pues fué precisamente la persona de mayor edad); siendo pues, el tiempo promedio para aprender a colocar el enlace menor al minuto y medio (sin ser mucho los dos minutos que tardó la persona de mayor de edad). En la tabla 2 observamos lo despreciable que es el tiempo para aprender a colocar el nuevo enlace.
- 6) La comparación de los tiempos de colocación se tomó primero para cada individuo (cada sujeto compitió consigo mismo) y después obtuve el promedio general para obtener un valor total a manejar como referencia. En la tabla tres podemos distinguir que la mayoría de los sujetos coloca el enlace entre los 24 y 40 segundos excepto un individuo que requirió de 50 segundos, de cualquier manera el promedio es de medio minuto, teniendo una variancia de 41.28, una desviación estándar reducida de 4.93, un coeficiente de variación de 13.7% y una razón de 3.9; lo cual equivale a requerir 3.9 veces más de tiempo para colocar el enlace No.1 en relación al tiempo necesario para colocar el enlace No.2.



- 7) En la gráfica dos podemos distinguir la similitud de los valores de todos los sujetos para colocar el enlace, es decir, se observa la rapidez de puesta para formar la armadura.
- 8) La última tabla cuatro nos permite conocer la opinión de los sujetos con respecto al enlace No.2, el 93.75% de ellos considera más rápida de aprender, el 62.5% considera que es más fácil de usar, el 75% que es una técnica más rápida, y el 87.5% considera que el material con el cual está fabricado es más seguro para su salud (evita cortadas ó lastimadas).

Recomendaciones

Seria de ayuda para la industria de la construcción que se realizaran experimentos y pruebas sobre el alambre recocido para determinar su real función y eficacia, y poder establecer normas; así como la realización de otros experimentos posteriores a este sobre el enlace de alambre rígido para confirmar y ampliar lo expuesto hasta ahora.

Aunque en países del primer mundo es poco utilizado el alambre recocido de atar para edificar, en los países del tercer mundo aún es muy comercial y accesible su uso; de allí que créo es de suma importancia considerar técnicas y productos como el presente, que ahorran tiempo, accidentes y dinero a la industria.



9 PRUEBA MECÁNICA DE LOS ENLACES

Prueba comparativa en condiciones normales de obra para demostrar la resistencia de la unión de manera mecánica y su función al momento del colado.

Introducción

"Durante el diseño de miembros estructurales principales frecuentemente se desprecia el diseño de detalles y conexiones; si el profesional observador reflexiona puede cambiar radicalmente este punto de vista, debido a que ninguna estructura puede ser mejor que sus conexiones (en la práctica esta condición se cumple)".⁴⁴ Por ello es sumamente indispensable lograr y perfeccionar si se requiriera cualquier aditamento que mejore las técnicas hasta ahora empleadas, en el caso presente es de suma importancia verificar y comprobar las cualidades mecánicas y funcionales del enlace No. 2 propuesto.

44) Hill, Louis *Fundamentos de Diseño estructural* p. 145

Antecedentes

"Edificar es utilizar inteligentemente las fuerzas y los materiales elegidos con el fin de poner a disposición de la humanidad dichas construcciones, sobre cimientos estables una porción de espacio bien dispuesta y acondicionada a su conveniencia y con un elevado grado de seguridad".⁴⁵

45) Baud, G. *Tecnología de la Construcción*, Introducción



En consecuencia es necesario llevar a cabo investigaciones y pruebas de laboratorio, que sirven entonces para validar el enlace propuesto y ratificar el enlace No.1

Asegurarnos de su eficacia es requerido puesto que "el vibrado fuerte que se necesita aplicar a las mezclas de concreto que se utilizan para edificar, ocasiona a menudo el desquiciamiento del refuerzo de los miembros armados, tal desquiciamiento puede evitarse con amarres adecuados".⁴⁶ "La unión de piezas por un procedimiento de presión resulta duradera y resistente a las vibraciones que puedan producir los esfuerzos grandes ó bruscamente cambiantes".⁴⁷

46) Gerwick Jr., Ben
*Construcción de Estructuras
de Hormigón Armado* p 32

47) *Ibid.*, p. 221

"El concreto debe mantenerse en un ambiente húmedo por lo menos durante siete días en el caso de cemento normal y tres días si se usa cemento de fraguado rápido para que no se cuartee".⁴⁸

48) Secretaría General
de Obras ONU-UNICEF
Op. Cit., p. 141

El enlace No.2 expuesto en el presente para ser puesto a prueba, está constituido como ya se mencionó, con alambre piano de 2 mm. de diámetro calibre #12, el utilizado comunmente para la fabricación de resortes, con la gran ventaja de su buena resistencia a la corrosión y su alta dureza.



Objetivos

El estudio presenta un sólo y específico objetivo obtenido con el trabajo de investigación en el *Laboratorio Nacional de la Construcción LANCO**6*, la prueba determinó que la fijación del enlace es adecuado al utilizarse en la construcción de una columna que se expuso al igual que otra columna armada con la técnica común, estas se compararon para conocer la variación ó la distancia que se recorren las uniones. El objetivo en resumen es: demostrar la conveniencia de la utilización del enlace No.2 con respecto al enlace No.1

Hipótesis

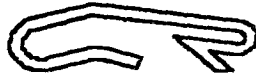
"El enlace No.2 es igual de eficiente mecánicamente en la práctica que el No.1 al utilizarse en la unión de elementos estructurales (varillas y estribos)".

Materiales y Metodos

La prueba se realizó de la única manera posible para llevarla a cabo, pues no existe una prueba específica reconocida para comprobar la eficacia ó eficiencia de la ligadura; la prueba de laboratorio es sencilla y se concreta en:



- a) Marcar las varillas cada 20 cm., en el lugar donde debe ir la unión con los estribos.
- b) Armar dos columnas, una con el enlace No. 2 y otra con el enlace No. 1, comprobando que las intersecciones de varilla-estribo estén sobre las marcas antes dichas.
- c) Untar con aceite quemado las charolas que sirven como base y los sonotubos que sirven como cimbra para facilitar el desmoldeo.
- d) Colocar los sonotubos de 20 cm. de diámetro sobre las charolas metálicas y apisonarlas con arena.
- e) Introducir las armaduras en su cimbra y fijarlas para evitar que se muevan.
- f) Colar ambas armaduras en tramos de un tercio cada uno, aplicando el vibrador para que penetre y se introduzca adecuadamente el concreto.
- g) Ya totalmente coladas las dos columnas en su metro de altura, se vuelve a introducir por un minuto el vibrador para obligar al concreto a penetrar en cualquier espacio que hubiese quedado aún con burbujas de aire.
- h) Se dejan expuestas las columnas en condiciones iguales durante cinco días, tiempo suficiente para el secado y endurecimiento del concreto.
- i) Entonces transcurridos los cinco días, se cincelaron las columnas en tres franjas en las zonas donde se encuentran las uniones (con gran cuidado para no variar la posición de las uniones) para exponer los enlaces y poder así estudiarlos.
- j) Las variaciones observadas se registraron en una *hoja de datos*
- k) Se analizaron los datos obtenidos y se compararon para lograr los resultados que deseaba demostrar y confirmar, resultados avalados por LANCO.



Los datos obtenidos los interprete por medio estadístico mediante la obtención de:

- a) **Media (\bar{X}):** en milímetros, de la distancia ó variación con respecto de las marcas: $\sum x/n$
- b) **Varianza (S^2):** para determinar la diferencia existente en los resultados: $\sum(x-\bar{X})^2/n-1$
- c) **Desviación estándar (S):** confirma la exactitud de los resultados: $\sqrt{S^2}$
- d) **Razón (R):** la fracción comparativa de la distancia media del enlace No. 2 entre las del enlace No. 1: $\bar{X}_{No.2}/\bar{X}_{No.1}$

Los valores obtenidos dan la pauta para discutir y definir los resultados que se desean afirmar. Las variables que determinan el experimento son las siguientes:

- 1- **Variables independientes:** enlace No. 1 (alambre recocido de 1mm. de diámetro calibre #18), y enlace No. 2 (alambre plano conformado anteriormente. de 2.5 mm. de diámetro calibre #12).
- 2- **Variables dependientes:** distancia ó fracción de variación con respecto a las marcas.
- 3- **Variables controladas:** probetas cilíndricas ó columnas de concreto armado de un metro de longitud por 20 de diámetro, constituidas con cuatro varillas del No. 3 cada una y cuatro estribos ó anillos de 1/4 de pulgada, y 16 enlaces No. 1 la primera de ellas y 16 enlaces No. 2 la otra; en condiciones de laboratorio imitando condiciones reales de construcción para ambas columnas, misma mezcla, temperatura, día y hora de armado.



Equipo

Se utilizó el equipo común para cimbrado y colado de columnas en una construcción:

- a) varillas, estribos, alambre recocido y gancho.
- b) sonotubo para cimbrado y alambre para sujetar.
- c) mezcla de concreto y aceite quemado.
- d) vibrador.
- e) cubetas, pala, cincel, martillo y espátula
- f) charolas de metal y enlace No. 2 propuesto.
- g) Cámara de video super 8 para registrar el experimento en su totalidad.

Procedimiento

Se usó para anotar las distancias de variación de cada unión una *hoja de datos*, como se muestra a continuación:

HOJA DE DATOS PARA LA TOMA DE DISTANCIAS (en milímetros)

ENLACE/UNION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
No. 1	0	2	0	0	0	0	2.5	0	2	2	2.5	0
No. 2	0	1	0	0	0	2	2	0	0	3	3	0



Resultados

Los datos obtenidos en la prueba y anotados en la *hoja de datos***, permitieron determinar el resultado del experimento que expongo aquí de manera estadística:

ENLACE	\bar{X}	S ²	S	R
No. 1	0.91	1.05	1.24	1
No. 2	0.91	1.05	1.24	1

Conclusiones

La interpretación de los datos recopilados son:

- la vibración y golpe del hormigón al caer por el encofrado no afecta significativamente a la colocación de la unión en ninguno de los dos caso (enlace común No.1 ó el enlace No.2 propuesto).
- el efecto del vibrador sobre las uniones de enlace No.1 y del enlace No.2 no son significativas.
- las variaciones del enlace No.1 y el No.2 son similares, lo cual referido al uso que a tenido el enlace No. 1 por años, determina que la funcion del enlace No. 2 es también adecuada para el uso especificado.



Discusión

Hubiese sido de gran ayuda la existencia de trabajos, experimentos ó pruebas, bibliografía ó antecedentes sobre la ligadura del alambre recocido, para haber podido tomarlos como referencia y comparativo con el presente trabajo; pero como no es así y entreviste a personas que se cree son conocedores del tema: Ing. Javier Guzmán Olguín-Jefe del Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, Dr. en Ing. Sergio Alcozer-Investigador del Intituto de Ingeniería de la UNAM, Ing. Jaime Lecanda-PILECSA, Ing. Juan Carlos Silvestre-Jefe del Laboratorio Nacional de la Construcción LANCO, y Arq. Sergio Torres; entonces dedujimos que esta prueba es el único medio plausible de llevar a cabo el experimento de comprobación de la eficiencia de los enlaces No. 1 y No. 2.

Recomendaciones

Sería benéfico la realización de pruebas ú otros experimentos para corroborar la veracidad de este experimento, sobre el enlace de alambre recocido No.1 y del rígido No.2, para ayudar a determinar los alcances y límites de la función y eficacia de cada unión; así como pruebas de fatiga, tensión y compresión sobre columnas y trabes ya coladas, para poder establecer normas ó estándares de este importante elemento dentro de la industria de la construcción y a la cual se le ha dado tan poca atención.



RAZONAMIENTOS PARA EL USO DEL NUEVO ENLACE EN LA CONSTRUCCIÓN

Las innovaciones que permiten a un país ó a una compañía incrementar su productividad y enfrentarse con éxito al reto de la economía actual, proceden de dos fuentes fundamentales:

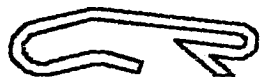
- a) De un proceso de transferencia de tecnología.
- b) De su propia investigación científica y tecnológica.

"El primer camino es típico de las naciones en desarrollo, que carecen por lo general de una capacidad autónoma de creación tecnológica; el segundo camino es mas usual para las grandes potencia económicas, que dedican grandes cantidades de recursos humanos y financieros a la investigación científica y tecnológica".⁴⁹

Por ello, "si analizamos el origen de los 140 inventos que han revolucionado a la industria de 1950 a 1970, veremos que el 60% de ellos han surgido en Estados Unidos".⁵⁰; en México, el empresario que dedica recursos a la investigación de nuevos procesos y/o productos constituye la excepción. Por lo general prefiere el camino seguro de adquirir la tecnología experimentada de una empresa extranjera, y si es necesario permitiendo una participación de esta última en el capital de la empresa.

49) Ferrer, Aldo. *Tecnología y Política Económica en América Latina*. p. 124

50) Sabato, Jorge. *El pensamiento Latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. p. 437



Desafortunadamente ha sucedido que el empresario no sigue siempre un criterio racional en la selección de tecnología; algunas veces por no disponer de información suficiente sobre diversas alternativas tecnológicas que podrían satisfacer sus necesidades, otras debido al *prestigio* que le proporciona tener la maquinaria mas moderna.

"Pero la mayor parte de las veces, la tecnología que se introduce al país suele ser inadecuada tanto en función del empresario como de los de México, se importa tecnología intensiva de capital, que agrava el problema del desempleo del país, a pesar de los bajos costos de mano de obra y el alto costo del capital, otras tecnologías pudieran permitir costos inferiores de producción"...

51) Heinz Carl: *Inversión extranjera y transferencia de tecnología en América Latina* p. 293

Al hacer un diagnóstico sobre el comercio exterior mexicano y su relación con la ciencia y la tecnología, se demuestra que el proceso de desarrollo de nuestro país no ha producido su propia dinámica tecnológica, ni ha permitido la absorción efectiva de la tecnología extranjera, condiciones indispensables para que un país pueda seguir un proceso orgánico y autosostenido de industrialización.



Es necesario determinar las ramas en las que es necesario continuar importando tecnología y aquellas en que conviene crear tecnología propia, ya sea por que es preciso resolver un problema particular nuestro que no ha sido objeto de investigaciones en los países desarrollados ó por que las tecnologías disponibles en dichos países no son adecuadas a nuestras necesidades.

Es pues, "importante determinar en cada caso si lo que se requiere es adaptar una tecnología extranjera ya existente ó mas bien crear una tecnología nueva y propia (un ejemplo claro es el caso del enlace propuesto en este estudio); en relación de la abundancia relativa de mano de obra y del capital, la disponibilidad de ciertos recursos naturales, el tamaño del mercado doméstico y del exterior y otras características del país".⁵²⁾

52) Ibid., p. 285

También "es muy importante que los mecanismos que influyen sobre la selección de tecnología, el criterio que se aplique para determinar la conveniencia de cualquier producto ó proceso, debe tomar en consideración que no es la tecnología más moderna ó intermedia, sino la tecnología más apropiada a la dotación de factores productivos, el tamaño del mercado, los recursos naturales disponibles, la escases de divisas y en general a las exigencias del proceso de desarrollo económico y social del país".⁵³⁾

53) Ferrer, Aldo. *Op. Cit.*
p. 125



Las herramientas ó medios de trabajo, las máquinas y las construcciones generalmente tienen gran influencia sobre la vida de los hombres; muchas de ellas han estado íntimamente relacionadas con importantes eventos políticos, sociales, bélicos y económicos de la historia, por ejemplo: los navios capaces de atravesar los grandes mares, los aviones, la imprenta, etc.

"Los aparatos, estructuras y procesos tecnológicos creados en nuestros días no son diferentes en este aspecto, tales obras influyen significativamente en el bienestar físico y la seguridad personal del hombre, en su locomoción, en la facilidad con que puede comunicarse, en la educación que necesita, en la duración de su vida, en el tiempo, contenido, exigencias físicas y estabilidad de su trabajo, en sus actividades de recreo y en su ambiente físico".

54) Kirck, Edward. *Introducción a la Ingeniería y al Diseño en Ingeniería*. p. 185

A continuación presento un informe final con tablas comparativas, datos de fabricación y costos varios, actualizados hasta abril de 1995 y al tipo de cambio de \$ 6.00 por dólar.

TABLA 1-COMPARATIVO DE COSTO DE MATERIA PRIMA Y PRECIO DE PIEZA

ALAMBRE	PRECIO MATERIA PRIMA	LONGITUD POR KILO	LARGO DE CADA PIEZA	NUMERO DE PIEZAS	COSTO UNITARIO	COSTO POR MILLAR
Recocido	\$ 6 Kg.	5,000 cm.	40 cm.	125	\$ 0.048	\$ 48.00
Piano	\$ 8 Kg.	2,500 cm.	25 cm.	100	\$ 0.080	\$ 80.00
MDHD	\$ 5 Kg.	3,250 cm.	25 cm.	130	\$ 0.038	\$ 38.00

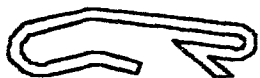
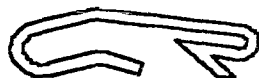


TABLA 2-COMPARATIVO DE FUNCIONALIDAD DEL ENLACE No.2 VS. EL No.1

especificación	cráteros	enlace #2 propuesto	enlace #1 común
costo	fabricación	US\$ 0.16 pza.	US\$ 0.04 pza.
	empaque	US\$ 0.01 pza.	US\$ 0.00
gastos de uso	colocación	SMMDF	SMMDF
	por Fierro	US\$ 0.01 pza.	US\$ 0.04
	corte, doblado, etc.		US\$ 0.04
utilización	rapidez	1/4	1=1
incuantificables	confiabilidad	mejor	buna
	seguridad	mejor	buna
	otros gastos	ver anexo	

Se predice que el precio público por millar del nuevo enlace fabricado con el alambre HD sera de aproximadamente US\$13.⁰⁹ ó \$72.⁰⁰, listo para ser colocado.



Mientras que el alambre recocido cuesta US\$8.73 ó \$48.00, pero se requiere cortar, doblar, y conformar para su uso; los costos de tener un operario especialista para estas actividades representa \$17.69, puesto que el costo de una cuadrilla de trabajadores al día es de \$235.95, entre los cuatro empleados (es oportuno aclarar que en realidad las cuadrillas se conforman por tres individuos generalmente) es \$58.00 por persona, entre el tiempo que ocupa al día para dichas actividades (alrededor del 30%) de preparar el alambre para su uso, quiere decir que se incrementa el costo en \$17.69 ó un 37% más del precio del material, sumados estos nos dan por último un costo total de \$65.69 ó US\$11.94

En resumen, la diferencia en el costo del millar de piezas listas para ser utilizadas a pie de obra es de \$1.15 ó US\$0.20 superior del enlace No.2 con respecto al enlace No.1

Hasta ahora no se ha contemplado la disminución en el tiempo requerido para la puesta en obra de las uniones, que como se demostró con la prueba de *Colocación y Aprendizaje* representa para el enlace No.2 una cuarta parte del tiempo requerido para colocar el enlace No.1, esto referido a costos de mano de obra supone el pago de una sola persona, y no de cuatro para realizar el mismo trabajo, es decir, que en vez de pagar \$235.95 ó US\$46.17 diarios para cumplir con este trabajo



específico de armado de las varillas para castillos, se pagará solamente \$58.92 ó US\$14.74; representando entónces, una diferencia del 43% ó en valor económico \$171.64 en la misma relación de trabajo, tiempo y número de piezas colocadas (un millar).

Las ventajas del nuevo enlace son apreciadas evidentemente en cuanto a la disminución del tiempo de puesta en obra y del costo total de este.

El criterio global y la razón costo/beneficio considerados dependen de:

- a) beneficios tales como ganancia y renombre que dependen a su vez de: funcionalidad, buen aspecto, confiabilidad, facilidad de uso, costo de operación, seguridad, desperdicio y mantenimiento necesario.
- b) capital que debe invertirse; operabilidad, disponibilidad, optimización, beneficio a costo, costos de fabricación, costos de envío y almacenamientos, costos indirectos, rapidez de entrega y sus consecuentes: renta de maquinaria, sueldos, inversión, etc.



99 RESULTADOS

Aquí presento el término de las resoluciones obtenidas de la investigación en general y de las pruebas en particular, siguiendo la pauta de los subproblemas enumerados en la sección del planteamiento:

1. Describí de manera somera de donde surgió la preocupación de desarrollar un nuevo enlace más eficiente, seguro, económico, rápido de colocar y aprender a usarlo.
2. Expuse brevemente los materiales que conforman la armadura y su utilización en la industria de la construcción, las técnicas de enlazar ó ligar varillas utilizadas en la actualidad para edificar obras arquitectónicas.
3. Constó de acuerdo a la prueba de *Tiempo y Aprendizaje* la facilidad y sencillez de usar el enlace No.2, así como la rapidez para aprender a utilizarlo.
4. La función específica para la cual sirve el enlace es tan amplia como la del alambre recocido, en la obra de edificación puede unir todas las opciones necesarias, como son: en ángulo (varilla con estribo), en cruz (varilla con varilla) y para aumentos (de varilla con varilla).
5. De acuerdo a la prueba *Mecánica de los Enlaces* realizada en el *Laboratorio Nacional de la Construcción*, se demostró la similitud en la utilidad de ambos enlaces, ambas técnicas de unión tuvieron la misma variación en distancia de su lugar de colocación.
6. La variación tan pequeña que se registró en el lugar de la unión, denota un valor despreciable para afectar a la armadura ó a la estructura, por ello, ligar con el enlace No.2 permite una sujeción firme de los componentes.

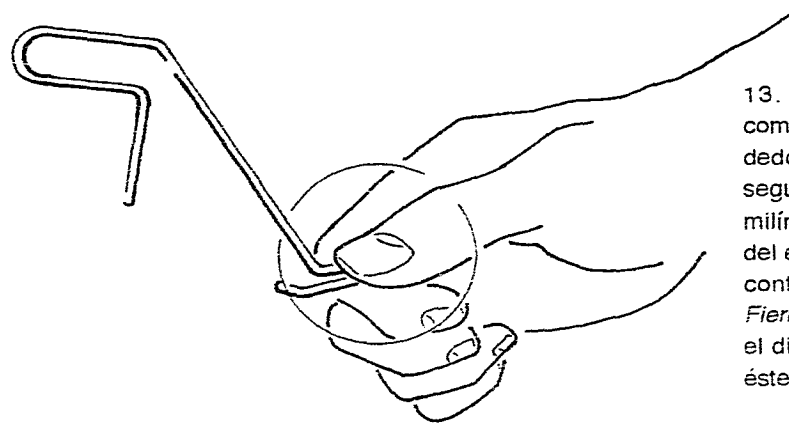


7. Si bien no se puede exponer un valor cuantitativo para determinar la adherencia del enlace con la masa de concreto, si se puede aventurar que es muy parecida a la que pueda tener el alambón con el que se fabrican los estribos, ya que su superficie de poro cerrado es similar.
8. El tiempo requerido para montar una armadura según se muestra en la prueba de *Tiempos y Aprendizajes* es de 1/4 (un cuarto del tiempo) con el enlace No.2 del necesario con el enlace común; en este sentido se podría afirmar que si la puesta en pie de una estructura lleva cuatro meses, con el enlace nuevo se realizará en tan sólo un mes.
9. Por tener el enlace piano ó HD su superficie liza (poro cerrado al exterior) evita oxidación y con ello mayor intemperismo*; esto junto con sus dobleces circulares evita posibles accidentes por cortadura.
10. Cuando el enlace No.2 se entrega al usuario, esta listo para ser usado, no requiere de emplear mano de obra eventual para el corte y doblado del alambre a pie de obra como es el caso del enlace No.1; con su subsecuente costo en mano de obra y perdida en el tiempo de colocación.
11. El uso aproximado del alambre recocido es de 5% del peso total de acero, es decir, 50 Kg. de alambre por tonelada de acero; por su lado, se requerirá tan sólo de 48 Kg. del enlace No.2 fabricado con alambre HD en peso total por cada tonelada de acero. En otros términos, significa que para confeccionar un metro cúbico de concreto, se requiere medio kilo de alambre recocido y sólo 480 gramos de alambre HD; con el subsecuente ahorro a largo plazo en el costo del flete.



12. El alambre recocido tiene desventajas que el enlace No.2 contraresta, como son:

- a) Se necesita un promedio de uno a varios días para aprender a doblar y poner el alambre de manera correcta y rápida.
- b) Se necesitan entre 8 y 10 horas para fijar y colocar correctamente 100 Kg. en peso del acero incorporado a un metro cúbico de hormigón.
- c) El almacenaje debe ser a protección de la intemperie debido a la oxidación, de otro modo es peligroso su manejo y tendrá poco tiempo de vida, y la subsecuente pérdida económica por desperdicio.



13. El promedio de la medida comprendida entre la primera falange del dedo pulgar es de 23 milímetros y la de la segunda falange del dedo índice es de 18 milímetros: puedo concluir que la parte del enlace No.2 (agarradera) que esta en contacto con la mano del trabajador *Fierrero* en la posición que se muestra en el dibujo, es relativamente cómoda para éste.



92 CONCLUSIÓN

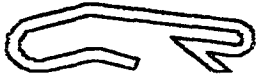
Por el mero hecho de haber sobrevivido, ciertos diseños toman el calificativo de *clásicos*, aunque esta palabra se haya convertido ya en un manido término comercial, así como la engañosa denominación *clásico moderno* se aplica a aquellas cosas que no tienen verdaderas características clásicas; citando a Milner Gray: "Es totalmente cierto que no existe una fórmula universal para crear ó valorar un diseño. Se puede identificar como tal, pero siempre de forma subjetiva, podemos emitir nuestro juicio, pero no podemos predecir el del futuro...".⁵⁶ El criterio por el cual juzgamos el pasado carece también de una fórmula universal y ello permite una total libertad para calificar subjetivamente de clásicos ó buenos a una gran variedad de diseños disparatados.

56) Pearce, Chris *Diseños Clásicos del siglo XX*, p. 11

"No sería difícil verificar que una parte importante del tiempo en un despacho de cálculo se consume en inventar soluciones creativas para el diseño de conexiones complejas"⁵⁷, para que buscar el hilo negro si generalmente las soluciones más adecuadas son las menos complejas y que ocupan menos elementos.

57) Hill Jr., Louis *Fundamentos de Diseño Estructural*, p. 145

El grado en que intervienen consideraciones económicas en los trabajos de investigación difícilmente puede ser exagerado, si la sociedad ha de beneficiarse con las creaciones de un diseñador, estas deben ser soluciones que los usuarios a quienes se destinan puedan adquirir.



Además, "una empresa privada no inicia una aventura que no tenga una prometedora posibilidad de rendir un atractivo rédito a la inversión, en los organismos de servicio público se requiere también un valor satisfactorio de la razón de beneficio a costo; aún cuando una solución lograda por uno pueda desempeñar admirablemente la función propuesta, tal solución se desechará si no produce una ganancia neta al negocio ó a la sociedad. En consecuencia, se debe tener un marcado interés en los costos".⁵⁸

58: Kirck, Edward. *Introducción a la Ingeniería y al Diseño en Ingeniería*. p. 35

"La vasta acumulación de conocimientos humanos proporciona soluciones ya hechas para algunas partes de la mayoría de los problemas, el buscar tales soluciones es un proceso relativamente directo, que consiste en explorar nuestra memoria, consultar libros, informes técnicos y aplicar prácticas existentes; pero hay una segunda gran fuente de soluciones: las propias ideas, que son producto del proceso mental llamado invención. Hay que confiar en alto grado en el propio ingenio para resolver los diversos aspectos de problemas que no son cubiertos por el saber técnico y científico existente, desafortunadamente, el inventar soluciones no es un procedimiento tan directo y controlable como el de buscar las soluciones hechas; lo anterior puede reconocerse en nuestra propia experiencia en la resolución de problemas: las ideas ordinariamente no se presentan de inmediato cuando uno las desea. En consecuencia, vale la pena dedicar especial atención a mejorar la capacidad inventiva de cada uno".⁵⁹

59: ibid. p. 141



"Estamos rodeados de problemas que no han sido resueltos de manera satisfactoria, principalmente porque sus solucionadores razonaron con la *estrechez de miras* ordinaria y tradicional. Esto se aplica a la enseñanza, los negocios, la medicina, la construcción y muchos otros campos, así como al diseño".⁶⁰

60 Ibid., p. 129

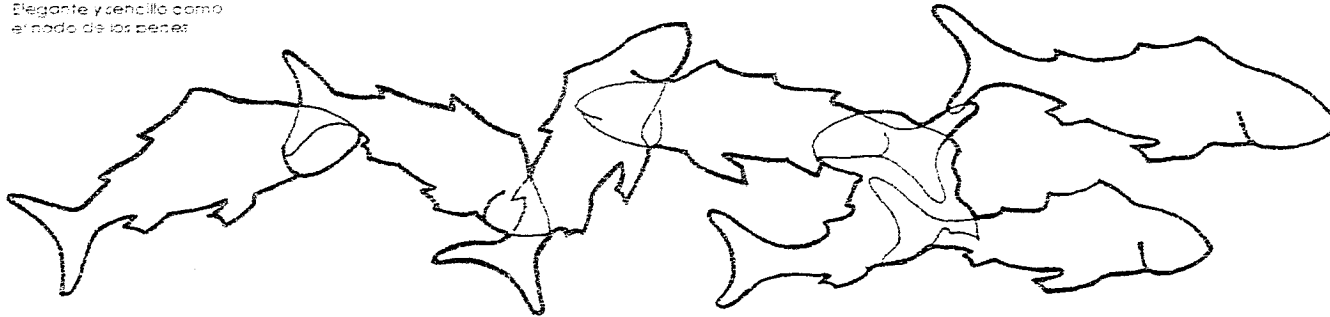
"A menudo una solución que es especialmente simple en comparación con lo que realiza, se describe como *elegante*. Puesto que la complejidad es lo contrario de la sencillez"⁶¹, la elegancia es:

61 Ibid., p. 168

En este sentido, el enlace No. 2 es *elegante*, es decir, su utilidad es superior con relación a su complejidad.

$$E = \frac{\text{lo que realiza una solución}}{\text{la complejidad de su solución}}$$

Elegante y sencillo como el nodo de los peces





GLOSARIO

A-C

ACERO Hierro combinado con carbono en cantidades variadas dependiendo las características deseadas

ACERACIÓN Operación que tiene por objeto dar a ciertos metales la dureza del acero.

ACERAR Templar el hierro, aguzar ó afilar una punta de metal, endurecimiento del metal por oxidación

ADHERENTE Material que se une o pega a otro con facilidad.

ALAMBRE Varilla cuya sección es inferior a los siete milímetros de diámetro

ALAMBRÓN Alambre de mayor dureza y diámetro.

ANILLO Moldura que contornea a otra, en la armadura contornea a las varillas

ARGAMASA Mezcla de cal, arena y agua que se emplea en albañilería.

ARMADO Estructura ó refuerzo interior del hormigón por medio de una armadura de hierro.

ARMADURA Conjunto de barras y varillas de hierro encargado de dar mayor solidez y aumentar la resistencia del hormigón que los embebe y que por tal motivo recibe el nombre de armado

ARQUITECTURA Profesión dedicada a proyectar y construir edificios y obras similares

BARRA Pieza metálica de sección cilíndrica que tiene una notable longitud en relación a su grueso, que constituye la base de una armadura, varilla.

CANTERA Piedra que sirve como material de construcción

CAPACIDAD PORTANTE Aptitud que tienen algunos materiales para sujetar ó sostener

CARGA Efecto de una fuerza sobre un objeto

CARGA DE ROTURA Conjunto de obra que descansa sobre un muro, viga, arco, etc. y cuyo peso ocasiona el colapso de la edificación

CASTILLO Armadura vertical de refuerzo del hormigón para soportar el techo u otro piso



CEMENTO Mezcla de caliza y arcilla (Cal y Sílice) trituradas que oscila en proporción de entre el 52 al 65% de la 1ª y de 20 a 30% de la 2ª más otros materiales en poca proporción, como son: alumina, óxido de hierro, anhídrido sulfúrico, magnesia entre otras materias que le proporcionan características específicas. Es un material hidráulico que tiene la propiedad de endurecerse (Fraguar) al mezclarse con agua, es el aglomerante más empleado hoy día por sus magníficas cualidades que lo hacen insustituible en morteros, existen variados tipos, pero los más usuales son: aluminoso, blanco, leno, rápido, Portland y supercemento.

CERRAMIENTO Clave de un hueco para ventana y puerta.

CIZALLAMIENTO Efecto que provoca un corte por oposición de esfuerzos.

CIMBRA Armazón de madera que se utiliza a manera de plantilla para construir arcos, columnas, losas, etc.

CIMENTACIÓN Obra que constituye el cimiento ó anclaje al terreno de un edificio ó construcción cualquiera.

COACCIÓN Presión, esfuerzo conjunto de otros esfuerzos.

COEFICIENTE DE DILATACIÓN Proporción entre una variable significativa y la base fijada para la dilatación del metal en cierto período de tiempo.

COLADO Material de consistencia fluida (Hormigón), que corre por la cimbra.

COLUMNA Punto de apoyo de forma por lo general cilíndrico de mucha mayor altura que diámetro, y que sirve para sustentar techos y vigas, ó para decorar.

CONCRETO Cemento, Hormigón.

COMPRESIÓN Efecto que ocasiona una reducción en un cuerpo por una carga ó fuerza.

CONFIABILIDAD La probabilidad de que el elemento ó sistema en cuestión no falle durante un período específico bajo condiciones preescritas, es de gran importancia cuando la falla ó desperfecto sería costoso.

CONSTRUCCIÓN Cualquier obra edificada de acuerdo con ciertas reglas técnicas y adoptando los materiales más adecuados a cada caso.

CONTEXTO Serie de un discurso, hilo ó fondo de una historia.

CONTRACCIÓN Acortamiento en una medida de algún material por efecto del calor ó del frío.

CONTRAFUERTE Refuerzo vertical, sobreespesor en el parámetro de un muro para aumentar su resistencia.

**D- L**

DILATACIÓN Aumento en la longitud, superficie ó volúmen de un cuerpo por la acción del calor

DISEÑO División técnica del trabajo estético especializado, fenómeno sociocultural en general y estético en particular que surge cuando fue necesario introducir recursos estéticos en los productos industriales

DISPONIBILIDAD Proporción de tiempo que un objeto ó sistema esta en condiciones de ser usado

DOLME Monumento megalítico compuesto de una gran laja horizontal, sobre dos ó cuatro piedras verticales

DOSIFICACIÓN Acción de dosificar (determinar la cantidad de material a incluir en cierta mezcla)

EDIFICAR Oficio de construir edificios, monumentos y toda clase de obras.

EFICIENTE Que produce un efecto y es competente.

ENCOFRADO Molde ó revestimiento formado con tablas de madera ó paneles modulares de metal destinados a recibir y dar forma a la masa de hormigón vertida, hasta su total fraguado ó endurecimiento

ENLAZAR Trabajar, ligar obras de fábrica.

ENTRAMADO Esqueleto de madera, hormigón armado ó vigas y barras de hierro que sirve para formar paredes, techos, etc. y fungir de estructura.

ESTRIBO Cada uno de los nervios de alambre ó alambón que juntan y revisten a las varillas y barras para formar una armadura de hormigón.

ESTUCO Masa de yeso ó cal y mármol pulverizado mezclado con cola para cubrir superficies

FIERRERO Especialista de la construcción dedicado a la hechura de las armaduras

FIERRO DULCE Materia metálica que resulta de combinar el hierro con una pequeña parte de carbóno aproximadamente en la proporción del 0.05 al 1.6%.

FIJAR Asegurar una pieza ó elemento por cualquier medio de sujeción

FISURA Grieta fina ó hendidura que puede presentar una superficie, bloque de hormigón u otro material

FILETIADORA Bloque de acero que posee un orificio de diámetro ligeramente inferior al del alambre, con inserción de carburo de tungsteno WC ó diamante industrial.



FLETE Costo de la carga a transportar ya por barco, avión ó camión.

FLEXIBLE Material ó pieza que puede curvarse con facilidad hasta alcanzar su límite sin llegar a romperse mientras no le sobrepase.

FLEXIÓN Carga que actúa sobre un material ó pieza en su sección longitudinal ó transversal.

FORJA Elemento plano moldeado en hormigón armado, con celdas ó huecos interiores para aligerar la carga, hechos en diversos diseños.

FRAGUADO Proceso químico que se produce en un amasado de aglomerantes, tales como cal, yeso y cemento, por el que la masa al secarse, adopta un endurecimiento irreversible ya que no podrá ablandarse de nuevo en caso alguno.

FRAGUAR Tener lugar el fraguado de un mortero ó hormigón.

FUERZA DE COMPRESIÓN Acción que modifica el estado de un cuerpo de modo que lo reduce en volumen ó longitud.

FUERZA DE TRACCIÓN Acción que modifica el estado de un cuerpo de modo que aumenta su volumen ó longitud.

HOJEAR Formar con un metal láminas.

HORMIGÓN Mezcla aglomerante compuesta por arena, cemento y grava.

HORMIGONADO Puesta en obra ó vertido del hormigón.

INTEMPERISMO Capacidad cualitativa de resistir la intemperie.

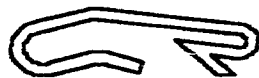
INVENTIVA Facultad de una persona para crear ó idear soluciones valiosas.

LIGADURA Nudo para sujetar las varillas y barras.

LÍMITE DE ELASTICIDAD Valor ó magnitud a la cual puede aproximarse sin rebasarla para que el material que está bajo esfuerzo no quede deformado indefinidamente.

LÍMITE DE FLUENCIA Valor ó magnitud en la cual un material fluye ó corre, generalmente por efecto del calentamiento del mismo.

LOSA Placa de hormigón armado que se utiliza para forjado de suelos y techo.

**M-P**

MALEABILIDAD Cualidad de ser trabajado y deformado un metal mecánicamente sin llegar a romperse

MALEABLE Que tiene maleabilidad

MAMPOSTERÍA Obra de albañilería hecha con piedras no muy grandes de forma irregular ó regular, labrada ó sin labrar, unidas con una mezcla para formar un cimiento ó muro

MANO DE OBRA Trabajo de los obreros y albañiles

MEGALÍTICA Monumentos prehistóricos edificados con grandes piedras sin labrar, dolmenes.

MEZCLA Combinación de dos materiales ó más en polvo, argamasa ó mortero

MÓDULO DE ELASTICIDAD Coeficiente de resistencia a la tensión de algún material determinado

MOLDE Patrón hueco de material adecuado que sirve para obtener productos moldeados, vertiendo en su interior un material líquido ó en pasta, que al solidificar toma su forma, encofrado

MOMENTO Producto de la intensidad de una fuerza con relación a un punto, tomada de la distancia perpendicular de la línea de acción de la fuerza al eje de rotación

MORTERO Argamasa con cemento para ligar las hiladas de ladrillos

MURO Pared en que se apoyan las vigas, el techo ó las paredes de los pisos superiores

OPERABILIDAD Facilidad con que un objeto puede ser manejado ó operado por seres humanos; el que un objeto requiera un tiempo mínimo de aprendizaje y difícilmente causan confusión.

PARED Elemento estructural ó divisor que sirve para cerrar un espacio, enlazando el suelo con el techo, así como para sostener este último.

PILAR Elemento resistente de una construcción, de sección rectangular ó cuadrada, vertical y esbelta, que tiene por misión soportar una carga

**R-Z**

RACIONAL Arreglo tal de los elementos que da la facultad por medio de la cual el hombre puede discurrir y juzgar de manera lógica.

SECCIÓN Diámetro de un cuerpo.

STOCK Palabra inglesa que se refiere a la cantidad de mercancías disponibles o en existencia.

TAREA Obra, trabajo que ha de hacerse en un tiempo determinado.

TECHO Elemento superior de un edificio, encargado de cubrirlo, así como cada una de las plantas interiores parte superior que cierra el espacio delimitado por las paredes.

TENSIÓN Estado de deformación mantenido por un material ó pieza por efecto de una fuerza para estirarlo en su sentido longitudinal.

TORSIÓN Acción de doblar ó torcer un cuerpo por sus extremidades en sentido contrario.

TRABAJO Producto de la intensidad de una fuerza por la distancia recorrido desde su origen.

TRABE Viga maestra, madero largo de grosor apreciable.

TRACCIÓN Efecto de tirar ó jalar, fuerza que puede ocasionar una tensión.

TREFILADO Acción de reducir un metal a hilo.

UNIÓN Es la asociación de varias partes de modo que formen un todo.

VACIADO Verter un material líquido en un molde, producto realizado por medio de un molde.

VARILLA Barra de hierro ó acero de sección circular y distintos calibres, que se utiliza para montar las armaduras para el hormigón.

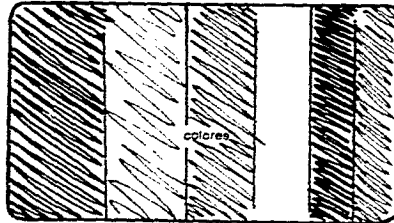
VIGA Elemento horizontal que va soportado en dos apoyos laterales para salvar un espacio y que a su vez debe soportar una carga que le hace trabajar por flexión, pudiendo nombrarsele de diferentes modos según el uso que se le dé: maestra, transversal, continua ó intermedia.

ZAPATA Tabla ó madero que sirve para ensanchar la base de un soporte.

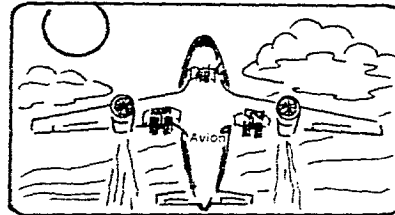
**ANEXO**

- **1 Guión del Video: "Enlace CR"
- **2 Folleto de la NOM.
- **3 Normas ASTM de alambre piano y HD.
- **4 Folleto de Robomac.
- **5 *Hojas de datos* de la prueba de *Tiempo y Aprendizaje*.
- **6 Folleto de LANCO.
- **7 Carta de certificación LANCO.

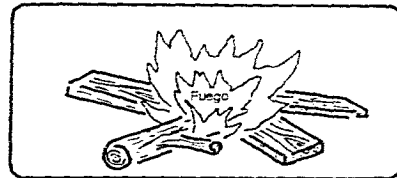
GUION DE VIDEO



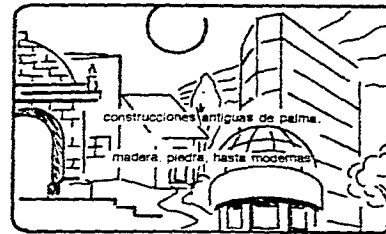
9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2...



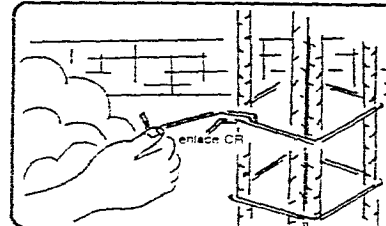
Existen inventos que fueron obsesion de muchas generaciones.



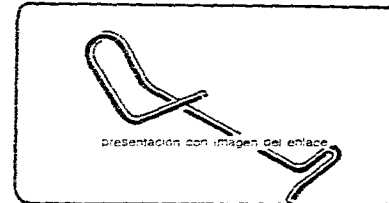
Otros como el fuego que aparecieron de manera repentina o por accidente, sin conocer su real alcance o pusiera a prueba su eficacia, por ejemplo: el uso del *alambre recocido*.



En la actualidad solucionamos de antemano lo que tomo siglos de adaptación y desarrollo.



Así el enlace CR fue diseñado teniendo en mente de antemano el problema a solucionar y se sometió a pruebas para demostrar su funcionalidad.

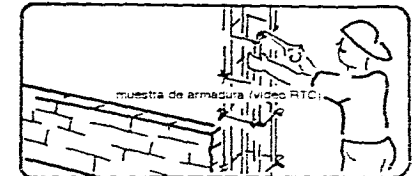


"Resultado de pruebas mecánico-funcionales de un nuevo enlace de varilla"

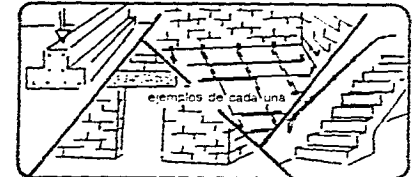
Diseñado y probado por Octavio A. Cross



El hormigón es un compuesto de cemento, arena y roca menuda que al añadirle agua permite vertirse en un molde, adquiriendo casi cualquier forma.

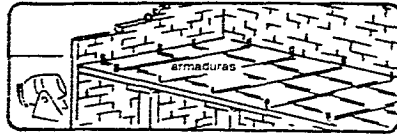


Cuando se incorporan varillas en el hormigón, se obtiene un material asombrosamente resistente a los esfuerzos de tracción, flexión y compresión, capaz de cubrir espacios muy grandes con un espesor mínimo.



Las armaduras refuerzan el hormigón en:

- Cimentaciones interiores o colindantes
- Castillos
- Cerramientos
- Remates o apoyo de losas
- Trabes
- Losas
- Rampas de escaleras
- Y volados o mobiliario de concreto armado.



El enlace es el elemento que permite la unión de varillas con otras y estribos, en el no existen momentos ni cargas, pues su única función es sujetar el armado durante el vaciado y hasta el término del fraguado del hormigón.



Algunas técnicas utilizadas para unir varillas son:

- 1) La *soldadura* que no es posible adoptar en México.
- 2) El *alambre conformado* con anterioridad utilizado en ocasiones en los Estados Unidos.
- 3) El *alambre recocido* empleado en países con características similares a México, pero es una técnica con ciertas desventajas que aunadas...



al aumento constante de los jornales, la reducción de la mano de obra especializada, los altos costos, escasos de materiales de construcción y los largos tiempos de puesta en obra, hacen necesario el desarrollo de una nueva técnica de enlace.



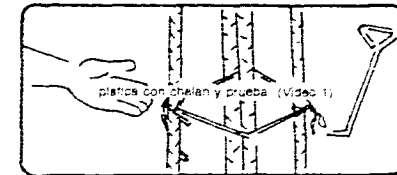
El nuevo enlace se diseñó para ser fabricado con *alambre HD rolado en frío*; aunque las pruebas realizadas fueron con alambre plano, ambos tienen características mecánicas similares que se aplican a su uso. La principal ventaja de estos alambres trenzados reside en su buena resistencia a la corrosión y su gran dureza.



Las pruebas de laboratorio juegan un papel importante en la industria de la construcción, porque confirman la eficiencia de los materiales, las técnicas y en este caso del enlace CR.



En la **primera prueba** se comparó el tiempo de colocación y aprendizaje de la nueva técnica del enlace propuesto contra la del alambre recocido.

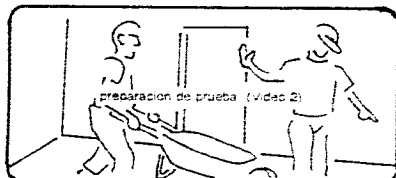


Se preguntó a los voluntarios en cuánto tiempo aprendieron a colocar correctamente el alambre recocido, después se tomó con cronómetro el tiempo que tardan en colocar 8 enlaces comunes en un simulador de prueba y los tiempos requeridos para colocar 8 enlaces CR, y por último se les pidió contestar cuatro preguntas.



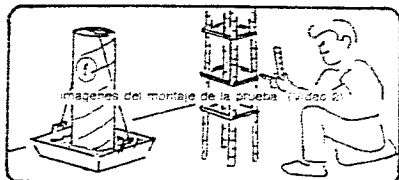
Los resultados obtenidos son:

- 1) La medida del mango del enlace es correcta en longitud comparado con el máximo de las medidas de la 2ª falange del índice 16 mm. y la 1ª falange del pulgar 23 mm.
- 2) Los voluntarios aprendieron a colocar el enlace CR en tan solo 28 intentos en promedio.
- 3) El tiempo en que puede colocar un Ferrero el enlace CR es significativamente menor, solo un 37% comparado con el enlace común.
- 4) Las respuestas al cuestionario dan una visión de la aceptación que el nuevo enlace tendría. El 93.75% lo considera más rápido de aprender a colocar, el 62.5% lo considera más fácil de usar, el 75% cree que es más rápido de colocar, y el 87.5% lo considera más seguro.



En la **segunda prueba** se demostró en condiciones normales de obra la resistencia mecánica de la unión al momento del colado; pues el vibrado fuerte que se aplica a las mezclas de concreto al edificar, en ocasiones provoca el desdiciamiento de los miembros armados.

El objetivo era conocer la distancia que recorren las uniones tanto del enlace CR como del enlace común al vaciar concreto en una cimbra y aplicar un vibrador.

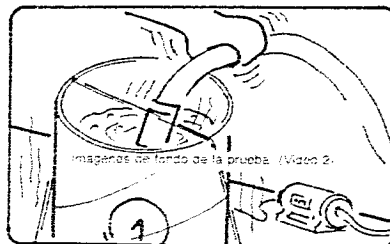


Las varillas se marcaron cada 20 cm, donde debía ir la unión con los estribos, se armaron 3 columnas (2 con el enlace CR y una con el enlace común), se introdujeron en la cimbra previamente acortados para facilitar el desmoldeo, y se fijaron para evitar que se calleran.

Entonces se vació concreto en tramos de un tercio aplicando el vibrador, y al final se volvió a aplicar el vibrador por unos minutos.

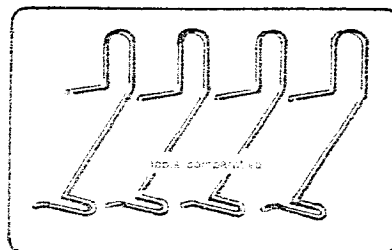
Se dejaron expuestas durante 5 días para el secado y endurecimiento del hormigón, para entonces se cincelaron con cuidado para exponer los enlaces.

Y poder observar, registrar y analizar las variaciones.



Se concluyó que la carga del hormigón al caer ni el efecto del vibrador afectan de manera significativa la unión de ninguna de las dos técnicas de enlace.

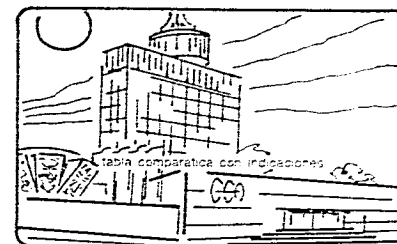
La variación promedio de ambos fue de 0.91 cm.



El precio público por millar del enlace CR fabricado con alambre HD listo para ser utilizado a pie de obra es de \$ 72.00, mientras el alambre recocido cuesta \$ 48.00, pero requiere además ser cortado, doblado y conformado para su uso.

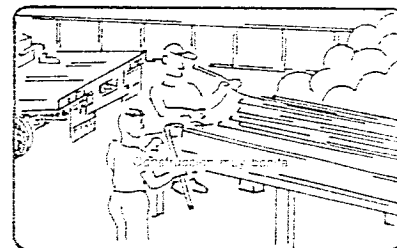
Las razones para utilizar el nuevo enlace CR en la construcción se demuestran con la información comparativa actualizada a abril de 1995 al tipo de cambio de \$ 6 = 1 US\$.

El precio público por millar del enlace CR fabricado con alambre HD listo para ser utilizado a pie de obra es de \$ 72.00, mientras el alambre recocido cuesta \$ 48.00, pero requiere además ser cortado, doblado y conformado para su uso.

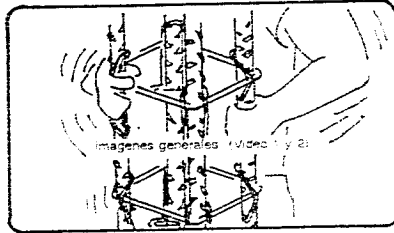


El costo de esas actividades representa NS 17.69 día, pues la cuadrilla de trabajadores-día es de NS 235.95 entre el tiempo que ocupan para dichas actividades (alrededor del 30%), esto representa un incremento neto del precio del alambre recocido del 37%.

Aunado a la disminución en el tiempo de puesta de las armaduras, que como se demostró es casi una cuarta parte, esto referido a costos supone el pago de una sola persona y no de cuatro para realizar el mismo trabajo, es decir, que en vez de pagar NS 235.95 diarios, se pagara solamente NS 60.70, representando una diferencia del 73% o bien de NS 172.25 en la misma relación de tiempo, trabajo y número de piezas colocadas.

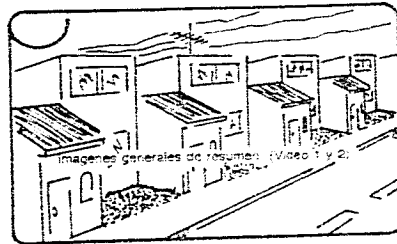


Las ventajas del enlace CR son evidentes en el ahorro sustancial de NS 165.94 neto por millar de enlaces hechos en armaduras.

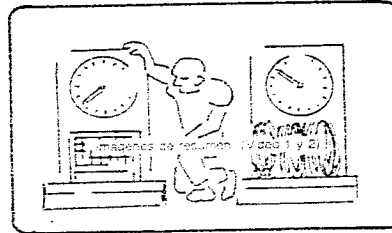


Ademas:

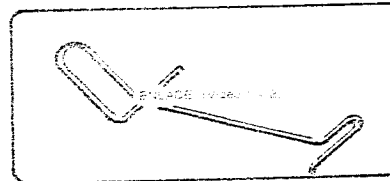
- El enlace CR no requiere de almacenaje especial.
- Es mas seguro para la salud, evitando accidentes por cortadura debido al material de su fabricacion y a sus dobleces circulares.
- Es mas rapido de aprender a colocarse de manera correcta.
- Permite una sujecion firme de los elementos a unir.
- Sirve para enlazar varilla con estribo (union en angulo), varilla con varilla (union en cruz) y varilla con varilla en aumentos.



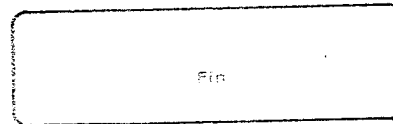
- Su colocacion implica tan solo un 1/4 del tiempo necesario con la tecnica comun; es decir, si la puesta en pie de una estructura lleva 4 meses, con el enlace CR se realizara en solo un mes.



- Por estar fabricado con alambre HD tiene mayor intemperismo.
- Esta listo para usarse cuando se entrega al usuario a pie de obra, no requiere emplear mano de obra eventual para corte y doblado.
- Solo se requieren 48 Kg. en peso del enlace por cada tonelada de acero incorporado al hormigon, es decir, 2 Kilos menos que de alambre recocido, esto influye en un menor tonelaje en la construccion y ahorro a largo plazo en costo de flete.



- Y es elegante, pues su utilidad es superior a su complejidad.



To nature and the creative and inventive power for show to my eyes all the beauty over the earth

**Können Sie mir sagen, wo is der Friede,
die Hoffnung, der Glaube,
das Glück und die Liebe?
im sich Leben**

Agradezco a las siguientes personas y organismos y me disculpa si he excluido a alguno (a) por error:

UNAM
Posgrado de D.I. - UNAM
LANOC
UAM-X
MSc. Ulrich Scherer
MSc. Fernando Martín Juez
PhD. David Sánchez Montroy
Prof. Horacio Durán Navarro
MSc. Luis Rodríguez
Ing. Juan Carlos Silvestre
A los voluntarios (Fierreses)
Ing. Jaime Lecanda
Ing. Javier Guzmán Ojeda
Y especialmente a:
Elio López de Uergo, por su ayuda
Melton Cross Lecanda, por su paciencia
Melton Cross U., Alejandro Espinosa, Ricardo Sierra y Lenina Arenas, por su amistad.

COSDATI,
Mexico
Dios

"RESULTADO DE PRUEBAS MECANICO-FUNCIONALES DE UN NUEVO ENLACE PARA VARILLA"

TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TITULO DE MAESTRO EN DISEÑO INDUSTRIAL EN EL AREA DE PROYONOMA

D.I. OCTAVIO AUGUSTO CROSS LOPEZ DE UERGO

Postroduccion: OMAC VIDEO

MOYKOW

SU SIGNIFICADO

La Norma Oficial Mexicana es la regulación obligatoria que contiene características que deben cumplir aquellos productos y procesos cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal o vegetal; el medio ambiente o causar daños en la preservación de nuestros recursos naturales.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992, es el marco jurídico que reglamenta la expedición y cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana

EMISION DE LA NOM

La Norma Oficial Mexicana es emitida por las dependencias de la Administración Pública Federal, según su ámbito de competencia, a través de un procedimiento claro, confiable y coordinado. En su elaboración participan los sectores público y privado: dependencias de la Administración Pública Federal; industriales, comerciantes, investigadores y consumidores.

Para fortalecer la estructura nacional de expedición de la NOM se creó la Comisión Nacional de Normalización que se reúne periódicamente para coordinar los esfuerzos de las dependencias y aprobar el Programa Nacional de Normalización.

Para obtener información veraz sobre las reglamentaciones obligatorias que se proponen establecer, es necesario consultar el Programa Nacional de Normalización y recurrir, constantemente, a este medio impreso, para tener conocimiento de los proyectos de NOM, su vigencia, texto y fecha de publicación definitiva.

Para publicar la Norma Oficial Mexicana se lleva a cabo el siguiente procedimiento

- 1.- Se elabora el anteproyecto de NOM de acuerdo al Programa Nacional de Normalización.*
- 2.- Los anteproyectos correspondientes los elabora la dependencia que le compete según su área.*
- 3.- El documento obtenido se presenta a el Comité Consultivo Nacional de Normalización (CCNN), para que en un plazo no mayor a los 75 días naturales, formule observaciones.*
- 4.- La dependencia que elaboró el anteproyecto contestará fundadamente las observaciones presentadas por el C.C.N.N. en un plazo no mayor de 30 días naturales.*
- 5.- Se publicará íntegramente en el Diario Oficial de la Federación efecta que dentro de los siguientes 90 días naturales, los interesados presenten sus comentarios al C.C.N.N. correspondiente.*
- 6.- Al término del plazo el C.C.N.N. correspondiente estudiará los comentarios recibidos, en su caso modificará el proyecto en un plazo que no exceda los 45 días naturales.*
- 7.- Las respuestas y comentarios se publicarán con antelación a la NOM.*
- 8.- Una vez aprobadas por la C.C.N.N. respectivo las NOM, serán expedidas por la dependencia competente y publicadas en el Diario Oficial de la Federación.*

QUIENES DEBEN CUMPLIR CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Todos los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades que se efectúen por fabricantes, prestadores de servicios y los comerciantes.

BASE JURIDICA DE LA OBLIGACION

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Ley Federal de Protección al Consumidor.

NORMA MEXICANA (NMX)

Estas normas son regulaciones de carácter voluntario promovidas por el sector privado que buscan fomentar la calidad y competitividad mexicana en los mercados nacionales e internacionales y facilitar al consumidor la identificación de marcas de calidad que le permitan disfrutar mejores productos y servicios, los cuales no pueden contener especificaciones inferiores a las que contienen las Normas Oficiales Mexicanas.

VENTAJAS

PARA EL PRODUCTOR:

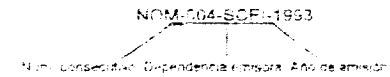
- ✓ Mayor transparencia al comercio en territorio nacional.
- ✓ Mayor competitividad.
- ✓ Disminuir el rechazo de productos.
- ✓ Favorecer a prácticas equitativas de comercio.
- ✓ Facilitar la venta de productos.
- ✓ Impedir importar productos de mala calidad.

PARA EL CONSUMIDOR:

- ✓ Garantiza la calidad requerida en los productos que ostentan el sello NOM.
- ✓ Ayuda en la elección de mejores productos.
- ✓ Aumenta la seguridad y bienestar fundamentado de los productos.

Las dependencias responsables han realizado una intensa labor para contar con las regulaciones obligatorias necesarias y así ejercer las atribuciones que les otorga el ordenamiento legal.

Las Normas Oficiales Mexicanas publicadas bajo el procedimiento, tendrán la siguiente nomenclatura:



CUMPLIMIENTO DE NOM

Corresponde a las dependencias de la Administración Pública Federal, según su ámbito de competencia, certificar y verificar que los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades cumplan con la regulación obligatoria. Para efectuar una observancia ordenada y eficaz, las dependencias competentes ajustarán conjuntamente, sus procedimientos de certificación y verificación a los lineamientos que dicta la Comisión Nacional de Normalización, buscando coordinarse para el desarrollo de dichas actividades.

Ostentar NOM implica dar transparencia al comercio en territorio nacional y favorecer prácticas equitativas; garantiza la seguridad, salubridad y compatibilidad de los productos, bienes o servicios que consumimos. Es un esfuerzo de todos los sectores mexicanos para ir a las tendencias mundiales en el sistema.

LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM-004-SOFE-1993



Standard Specification for Steel Wire, Cold-Drawn for Mechanical Springs¹

This standard is issued under the fixed designation A 227/A 227M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This specification has been approved for use by agencies of the Department of Defense and for listing in the DoD Index of Specifications and Standards.

1. Scope

1.1 This specification covers two classes of round cold-drawn steel spring wire having properties and quality for the manufacture of mechanical springs that are not subject to high stress or requiring high fatigue properties and wire forms.

1.2 The values stated in either SI (metric) units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system must be used independent of the other.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

A 370 Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products²

A 510 Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel³

A 510M Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel (Metric)³

A 700 Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment²

A 751 Methods, Practices, and Definitions for Chemical Analysis of Steel Products²

E 29 Recommended Practice for Indicating Which Places of Figures Are to Be Considered Significant in Specified Limiting Values⁴

E 380 Metric Practice⁴

2.2 American National Standard:

B32.4M Preferred Metric Sizes for Round, Square, Rectangle, and Hexagon Metal Products⁵

2.3 Military Standard:

MIL-STD-163 Steel Mill Products, Preparation for Shipment and Storage⁶

2.4 Federal Standard:

Fed. Std. No. 123 Marking for Shipment (Civil Agencies)⁶

3. Ordering Information

3.1 Orders for material under this specification shall include the following of each item:

3.1.1 Quantity (mass),

3.1.2 Name of material (cold-drawn steel mechanical spring wire) and class (Table 2),

3.1.3 Wire diameter (Table 2),

3.1.4 Packaging (Section 13),

3.1.5 Cast or heat analysis report, if requested (Section 5),

3.1.6 Certification or test report, or both, if specified (Section 12), and

3.1.7 ASTM designation and date of issue.

Note 1—A typical ordering description is as follows: 13 000 kg Cold-Drawn Mechanical Spring Wire, Class 1, Size 5.00 mm in 700-kg coils to ASTM A 227M dated _____, or for non-SI units, 30 000 lb Cold-Drawn Mechanical Spring Wire, Class 1, Size 0.207 in. diameter in 500-lb coils to ASTM A 227 dated _____.

4. Manufacture

4.1 The steel may be made by any commercially accepted steel-making process. The steel may be either ingot cast or strand cast.

4.2 The finished wire shall be free of detrimental pipe and undue segregation.

4.3 The wire shall be cold drawn to produce the desired mechanical properties.

5. Chemical Composition

5.1 The steel shall conform to the requirements for chemical composition prescribed in Table 1.

5.2 *Cast or Heat Analysis*—Each cast or heat of steel shall be analyzed by the manufacturer to determine the percentage of elements prescribed in Table 1. This analysis shall be made from a test specimen preferably taken during the pouring of the cast or heat. When requested, this shall be reported to the purchaser and shall conform to the requirements of Table 1.

TABLE 1 Chemical Requirements

Element	Composition, %
Carbon	0.45-0.85 ^a
Manganese	0.30-1.30 ^a
Phosphorus, max	0.040
Sulfur, max	0.050
Silicon	0.15-0.35

^a Carbon in any one lot may not vary more than 0.13 %.

^a Manganese in any one lot may not vary more than 0.30 %.

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM committee A-1 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.03 on Steel Rod and Wire.

Current edition approved July 29, 1983. Published November 1983. Originally published as A 227 - 39 T and A 227M - 80. Last previous edition A 227 - 77 and A 227M - 80.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.04.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03.

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02.

⁵ Available from American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York, N. Y. 10018.

⁶ Available from Naval Publications and Forms Center, 5801 Tabor Ave. Philadelphia, Pa. 19120.

A 227/A 227M

5.3 *Product Analysis*—An analysis may be made by the purchaser from finished wire representing each cast or heat of steel. The chemical composition thus determined, as to elements required or restricted, shall conform to the product analysis requirements specified in Table 10 of Specification A 510 or A 510M.

5.4 For referee purposes, Methods, Practices, and Definitions A 751 shall be used.

6. Mechanical Properties

6.1 Tension Test:

6.1.1 *Requirements*—The material as represented by tension test specimens shall conform to the requirements prescribed in Table 2A or Table 2B.

6.1.2 *Number of Tests*—One test specimen shall be taken for each ten coils or fraction thereof, in a lot. Each cast or heat in a given lot shall be tested.

6.1.3 *Location of Tests*—Test specimens shall be taken from either end of the coil.

6.1.4 *Test Method*—The tension test shall be made in accordance with Methods and Definitions A 370.

6.2 Wrap Test:

6.2.1 *Requirements*—The material as represented by the wrap test specimens shall conform to the requirements specified in Table 3A or Table 3B. Wrap test on wires over

TABLE 2B Tensile Requirements, Inch-Pound Units^a

Diameter, in.	Class I		Class II	
	Tensile Strength, ksi		Tensile Strength, ksi	
	min	max	min	max
0.020	283	323	324	364
0.023	279	319	320	360
0.026	275	315	316	356
0.029	271	311	312	352
0.032	265	306	307	347
0.035	261	301	302	342
0.041	255	293	294	332
0.048	249	286	287	325
0.054	243	279	280	316
0.062	237	272	273	308
0.072	232	266	267	301
0.080	227	261	262	296
0.092	220	253	254	287
0.106	216	248	249	281
0.120	210	241	242	273
0.135	206	237	238	269
0.148	203	234	235	266
0.162	200	230	231	261
0.177	195	225	226	256
0.192	192	221	222	251
0.207	190	218	219	247
0.225	186	214	215	243
0.250	182	210	211	239
0.312	174	200	201	227
0.375	167	193	194	220
0.438	165	190	191	216
0.500	156	180	181	205
0.562	152	176	177	201
0.625	147	170	171	194

^a Tensile strength values for intermediate diameters may be interpolated.

TABLE 2A Tensile Requirements, SI Units^a

Diameter, ^b mm	Class I		Class II	
	Tensile Strength, MPa		Tensile Strength, MPa	
	min	max	min	max
0.50	1950	2240	2240	2520
0.55	1940	2220	2220	2500
0.55	1920	2200	2200	2480
0.65	1900	2180	2180	2460
0.70	1870	2140	2140	2410
0.80	1830	2100	2100	2370
0.90	1800	2070	2070	2340
1.00	1770	2040	2040	2310
1.10	1740	2000	2000	2260
1.20	1720	1980	1980	2240
1.40	1670	1930	1930	2180
1.60	1640	1900	1880	2120
1.80	1600	1840	1840	2080
2.00	1580	1810	1810	2040
2.20	1550	1760	1780	2010
2.50	1510	1720	1730	1950
2.80	1460	1700	1700	1920
3.00	1450	1680	1660	1900
3.50	1420	1630	1620	1840
4.00	1380	1590	1600	1790
4.50	1350	1550	1550	1750
5.00	1320	1510	1510	1700
5.50	1300	1490	1490	1670
6.00	1280	1470	1470	1650
6.50	1250	1440	1440	1630
7.00	1220	1410	1410	1600
7.50	1200	1390	1390	1580
8.00	1190	1370	1370	1550
9.00	1160	1340		
10.00	1130	1310		
11.00	1110	1280		
12.00	1090	1260		
14.00	1050	1210		
16.00	1010	1170		

^a Tensile strength values for intermediate diameters may be interpolated.
^b Preferred sizes. For a complete list, refer to ANSI B32.4M, Preferred Metric Sizes for Round, Square, Rectangle, and Hexagon Metal Products.

8.5 mm or 0.312 in. in diameter is not applicable. Since the conventional methods will not accommodate over 8.5 mm or 0.312 in., an alternative test procedure may be agreed upon between purchaser and producer.

6.2.2 *Number of Tests*—One test specimen shall be taken for each ten coils, or fraction thereof, in a lot. Each cast or heat in a given lot shall be tested.

6.2.3 *Location of Test*—Test specimens shall be taken from either end of the coil.

6.2.4 *Test Method*—The wrap test shall be made in accordance with Methods and Definitions A 370, Supplement IV.

7. Dimensions and Permissible Variations

7.1 The permissible variations in the diameter of the wire shall be as specified in Table 4A or Table 4B.

8. Workmanship and Appearance

8.1 *Workmanship*—The wire shall not be kinked or improperly cast. To test for cast, a few convolutions of wire shall be cut from the coil and placed on a flat surface. The

TABLE 3A Wrap Test Requirements, SI Units

Diameter, mm	Marcel Size	
	Class I	Class II
0.50 to 4.0, incl	1X ^a	2X
Over 4.0 to 8.0, incl	2X	4X

^a For 1X marcel, wire may be wrapped on itself.

A 227/A 227M

TABLE 3B Wrap Test Requirements, Inch-Pound Units

Diameter, in.	Mandrel Size	
	Class I	Class II
0.020 to 0.162, incl	1X ^A	2X
Over 0.162 to 0.312, incl	2X	4X

^A For 1X mandrel, wire may be wound on itself.

wire shall lie flat on itself and not spring up excessively nor show a wavy condition.

8.1.1 Each coil shall be one continuous length of wire, properly coiled and firmly tied. Welds made prior to cold drawing are permitted.

8.2 *Appearance*—The surface shall be smooth and free of defects such as seams, pits, die marks, and other defects tending to impair the use of the wire for springs. Any additional surface requirements must be negotiated at the time of entry of the order.

9. Retests

9.1 If any test specimen exhibits obvious defects or shows the presence of a weld, it may be discarded and another specimen substituted.

10. Inspection

10.1 Unless otherwise specified in the contract or purchase order, the manufacturer is responsible for the performance of all inspection and test requirements specified in this specification. Except as otherwise specified in the contract or purchase order, the manufacturer may use his own or any other suitable facilities for the performance of the inspection and test requirements unless disapproved by the purchaser at the time the order is placed. The purchaser shall have the right to perform any of the inspections and tests set forth in this specification when such inspections and tests are deemed necessary to assure that the material conforms to prescribed requirements.

11. Rejection and Rehearing

11.1 Unless otherwise specified, any rejection based on tests made in accordance with this specification shall be reported to the manufacturer as soon as possible so that an investigation may be initiated.

11.2 The material must be adequately protected and correctly identified in order that the manufacturer may make a proper investigation.

TABLE 4A Permissible Variations in Wire Diameter, SI Units

Diameter, mm	Permissible Variations, plus and minus, mm	Permissible Out-of-Round, mm
To 0.70, incl	0.02	0.02
Over 0.70 to 2.00, incl	0.03	0.03
Over 2.00 to 9.00, incl	0.05	0.05
Over 9.00	0.08	0.08

^A For purposes of determining conformance with this specification, all size limits are absolute as defined in Recommended Practice E 29.

TABLE 4B Permissible Variations in Wire Diameter, Inch-Pound Units^A

Diameter, in.	Permissible Variations, plus and minus, in.	Permissible Out-of-Round
0.020 to 0.028, incl	0.0008	0.0008
Over 0.028 to 0.075, incl	0.001	0.001
Over 0.075 to 0.375, incl	0.002	0.002
Over 0.375 to 0.625, incl	0.003	0.003

^A For purposes of determining conformance with this specification, all size limits are absolute as defined in Recommended Practice E 29.

12. Certification

12.1 When specified in the purchase order or contract, the manufacturer's or supplier's certification shall be furnished to the purchaser that the material was manufactured, tested, and inspected in accordance with this specification and has been found to meet the requirements specified in the purchase order or contract, a report of test results shall be furnished.

13. Packaging, Marking, and Loading for Shipment

13.1 The coil mass, dimensions, and the method of packaging shall be agreed upon between the manufacturer and purchaser.

13.2 The size of the wire, purchaser's order number, ASTM specification number, heat number, and name of the manufacturer shall be marked on a tag attached to each coil of wire.

13.3 Unless otherwise specified in the purchaser's purchase order, packaging, marking, and loading for shipment shall be in accordance with those procedures recommended by Practices A 700.

13.4 *For Government Procurement*—Packaging, marking, and loading of material for military procurement shall be in accordance with the requirements of MIL-STD-163, A, Level C, or commercial as specified in the contract purchase order. Marking for shipment of material for government agencies shall be in accordance with Fed. Std. No. 12

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 1916 Race St., Philadelphia, PA 19103.



Standard Specification for Steel Wire, Music Spring Quality¹ SAE : J 178

This standard is issued under the fixed designation A 228/A 228M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

This specification has been prepared for use by agencies of the Department of Defense and for listing in the DoD Index of Specifications and Standards.

1. Scope

1.1 This specification covers a high quality, round, cold-drawn steel music spring quality wire, uniform in mechanical properties, intended specially for the manufacture of springs subject to high stresses or requiring good fatigue properties.

1.2 The values stated in either SI (metric) units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system must be used independently of the other.

2. Referenced Documents

- 2.1 *ASTM Standards*:
 - A 370 Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products²
 - A 510 Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel³
 - A 510M Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel [Metric]³
 - A 700 Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment²
 - A 751 Methods, Practices, and Definitions for Chemical Analysis of Steel Products²
 - E 29 Recommended Practice for Indicating which Places of Figures are to be Considered Significant in Specified Limiting Values⁴
 - E 380 Metric Practice⁴
- 2.2 *Military Standard*:
 - MIL-STD-163 Steel Mill Products, Preparation for Shipment and Storage⁵
- 2.3 *Federal Standard*:
 - Fed. Std. No. 123, Marking for Shipment (Civil Agencies)⁵

3. Ordering Information

3.1 Material furnished under this specification shall conform to the applicable requirements of the current edition of either Specifications A 510M or A 510.

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A-1 on Steel, Stainless Steel and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.03 on Steel Rod and Wire.

Current edition approved July 29, 1983. Published November 1983. Originally published as A 228 - 79 T. Last previous edition A 228 - 77.

² *Annual Book of ASTM Standards*, Vols 01.04 and 01.05.

³ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.03.

⁴ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 14.02.

⁵ Available from Naval Publications and Forms Center, 5801 Labor Ave., Philadelphia, PA 19126.

3.2 Orders for material under this specification shall include the following information for each ordered item:

- 3.2.1 Quantity (mass),
- 3.2.2 Name of material (music steel spring wire),
- 3.2.3 Dimensions (Table 1 and Section 7),
- 3.2.4 Finish (see 8.2),
- 3.2.5 Packaging (Section 13),
- 3.2.6 Heat analysis report, if requested (see 5.2),
- 3.2.7 Certification or test report, or both, if specified (Section 12), and
- 3.2.8 ASTM designation and year of issue.

Note—A typical metric ordering description is as follows: 2500 kg Music Spring Wire, 1.40 mm diameter, phosphate coated in 25 kg coils to ASTM A228 dated _____, or for inch-pound units, 5000 lb Music Spring Wire, 0.055 in. diameter, phosphate coated in 50 lb coils to ASTM A228 dated _____.

4. Manufacture

4.1 The steel may be made by any commercially accepted steel-making process. The steel may be either ingot cast or strand cast.

4.2 The finished wire shall be free from detrimental pipe and undue segregation.

4.3 The wire shall be cold drawn to produce the desired mechanical properties.

5. Chemical Requirements

5.1 The steel shall conform to the requirements for chemical composition prescribed in Table 2.

5.2 *Heat Analysis*—Each heat of steel shall be analyzed by the manufacturer to determine the percentage of elements prescribed in Table 2. This analysis shall be made from a test specimen preferably taken during the pouring of the heat. When requested, this shall be reported to the purchaser and shall conform to the requirements of Table 2.

5.3 *Product Analysis*—An analysis may be made by the purchaser from finished wire representing each heat of steel. The chemical composition thus determined, as to elements required or restricted, shall conform to the product analysis requirements specified in Table 10 of Specification A 510M or A 510.

5.4 For referee purposes, Methods A 751 shall be used.

6. Mechanical Requirements

6.1 Tension Test:

6.1.1 *Requirements*—The material as represented by tension test specimens shall conform to the requirements prescribed in Table 1.

A 228/A 228M

TABLE 1 Tensile Requirements

SI Units					
Diameter, mm ^{A,B}	Tensile Strength, MPa		Diameter, mm ^{A,B}	Tensile Strength, MPa	
	min	max		min	max
0.10	3000	3300	0.90	2200	2450
0.11	2950	3250	1.00	2150	2400
0.12	2900	3200	1.1	2120	2380
0.14	2850	3150	1.2	2100	2350
0.16	2800	3100	1.4	2050	2300
0.18	2750	3050	1.6	2000	2250
0.20	2700	3000	1.8	1980	2220
0.22	2680	2980	2.0	1950	2200
0.25	2650	2950	2.2	1900	2150
0.28	2620	2920	2.5	1850	2100
0.30	2600	2900	2.8	1820	2050
0.35	2550	2820	3.0	1800	2000
0.40	2500	2750	3.2	1780	1980
0.45	2450	2700	3.5	1750	1950
0.50	2400	2650	3.8	1720	1920
0.55	2380	2620	4.0	1700	1900
0.60	2350	2600	4.5	1680	1880
0.65	2320	2580	5.0	1650	1850
0.70	2300	2550	5.5	1620	1820
0.80	2250	2500	6.0	1600	1800

Inch-Pound Units					
Diameter, in ^A	Tensile Strength, ksi		Diameter, in ^A	Tensile Strength, ksi	
	min	max		min	max
0.004	439	465	0.055	300	331
0.005	426	471	0.059	296	327
0.006	415	459	0.063	293	324
0.007	407	449	0.067	290	321
0.008	399	441	0.072	287	317
0.009	393	434	0.076	284	314
0.010	387	428	0.080	282	312
0.011	382	422	0.085	279	308
0.012	377	417	0.090	276	305
0.013	373	412	0.095	274	303
0.014	369	408	0.100	271	300
0.015	365	404	0.102	270	299
0.016	362	400	0.107	268	296
0.018	356	393	0.110	267	295
0.020	350	387	0.112	266	294
0.022	345	382	0.121	263	290
0.024	341	377	0.125	261	288
0.026	337	373	0.130	259	286
0.028	333	368	0.135	258	285
0.030	330	365	0.140	255	283
0.032	327	361	0.145	254	281
0.034	324	358	0.150	253	279
0.036	321	355	0.155	251	277
0.038	318	352	0.162	249	275
0.040	315	349	0.177	245	270
0.042	313	346	0.192	241	267
0.045	309	342	0.207	238	264
0.048	306	339	0.225	235	260
0.051	303	335	0.250	230	255

^A Tensile strength values for intermediate diameters may be interpolated.
^B Preferred sizes. For a complete list, refer to ANSI B32.4, Preferred Metric Sizes for Round, Square, Rectangle and Hexagon Metal Products.

6.1.2 *Number of Tests*—One test specimen shall be taken from each end of every coil or from the top or outside end of each reel or spool.

6.1.3 *Test Method*—The tension test shall be made in accordance with Methods A 370.

6.2 Coiling Test:

6.2.1 *Requirements*—The coiling test shall be applied only to sizes 2.6 mm or 0.105 in. and smaller in diameter.

TABLE 2 Chemical Requirements

Element	Composition, %
Carbon	0.70-1.00
Manganese	0.20-0.60
Phosphorus, max	0.025
Sulfur, max	0.030
Silicon	0.10-0.30

6.2.2 *Number of Tests*—Specimens taken from each end of every coil or from the top or outside end of each reel or spool shall be tested for conformance.

6.2.3 *Test Method*—A length of wire as shown in Table 3 shall be closed wound on an arbor three to three and one-half times the diameter of the wire. The closed coil shall be stretched so that it sets to approximately three times its original length. The wire so tested shall show a uniform pitch with no splits or fractures.

7. Dimensions and Permissible Variations

7.1 The permissible variations in the diameter of the wire shall be as specified in Table 4.

8. Workmanship, Finish, and Appearance

8.1 *Workmanship*—The wire shall not be kinked or improperly cast. To test for cast, one convolution of wire shall be cut from the coil, reel, or spool and placed on a flat surface. The wire shall not spring up nor show a wavy condition. Wire below 4.0 mm or 0.156 in. diameter shall lie flat while wire diameters larger than the above shall lie substantially flat.

8.1.1 Each coil, reel, or spool shall be one continuous length of wire, properly coiled and firmly tied.

8.1.2 Welds made prior to cold drawing are permitted. If unmarked welds are unacceptable to the purchaser, special arrangements should be made with the manufacturer at the time of purchase.

8.2 *Finish*—Music wire is supplied with many different types of finish such as bright, phosphate, tin, and others. Finish desired should be specified on purchase orders.

8.3 *Appearance*—The surface shall be smooth and free from defects such as seams, pits, die marks and other defects tending to impair the use of the wire for springs. Any additional surface requirements must be negotiated at the time of entry of the order.

TABLE 3 Closed Coil Lengths vs Wire Diameter

SI Units	
Closed Coil Length, mm, min	Wire Diameter, mm
50	to 0.75, incl
75	Over 0.75 to 1.00, incl
100	Over 1.00 to 1.25, incl
125	Over 1.25

Inch-Pound Units	
Closed Coil Length, in, min	Wire Diameter, in
2	to 0.030, incl
3	Over 0.030 to 0.040, incl
4	Over 0.040 to 0.050, incl
5	Over 0.050

TABLE 4 Permissible Variations in Wire Diameter^A

SI Units		
Diameter, mm	Permissible Variations, plus and minus, mm	Permissible Out-of-Round, mm
to 0.25, incl	0.005	0.005
Over 0.25 to 0.70, incl	0.008	0.008
Over 0.70 to 1.50, incl	0.010	0.010
Over 1.50 to 2.00, incl	0.013	0.013
Over 2.00	0.03	0.03
Inch-Pound Units		
Diameter, in.	Permissible Variations, plus and minus, in.	Permissible Out-of-Round, in.
0.004 to 0.010, incl	0.0002	0.0002
Over 0.010 to 0.020, incl	0.0003	0.0003
Over 0.020 to 0.063, incl	0.0004	0.0004
Over 0.063 to 0.080, incl	0.0005	0.0005
Over 0.080 to 0.250, incl	0.001	0.001

^AFor purposes of determining conformance with this specification, all specified limits are absolute as defined in Recommended Practice E 29.

9. Retests

9.1 If any test specimen exhibits obvious defects or shows the presence of a weld, it may be discarded and another specimen substituted.

10. Inspection

10.1 Unless otherwise specified in the contract or purchase order, the manufacturer is responsible for the performance of all inspection and test requirements specified in this specification. Except as otherwise specified in the contract or purchase order, the manufacturer may use his own or any other suitable facilities for the performance of the inspection and test requirements unless disapproved by the purchaser at the time the order is placed. The purchaser shall have the right to perform any of the inspections and tests set forth in this specification when such inspections and tests are deemed necessary to assure that the material conforms to prescribed requirements.

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 1916 Race St., Philadelphia, PA 19103.

11. Rejection and Rehearing

11.1 Unless otherwise specified, any rejection based on tests made in accordance with these specifications shall be reported to the manufacturer as soon as possible so that an investigation may be initiated.

11.2 The material must be adequately protected and correctly identified in order that the manufacturer may make a proper investigation.

12. Certification

12.1 When specified in the purchase order or contract, a producer's or supplier's certification shall be furnished to the purchaser that the material was manufactured, sampled, tested, and inspected in accordance with this specification and has been found to meet the requirements. When specified in the purchase order or contract, a report of the test results shall be furnished.

13. Packaging, Marking, and Loading for Shipment

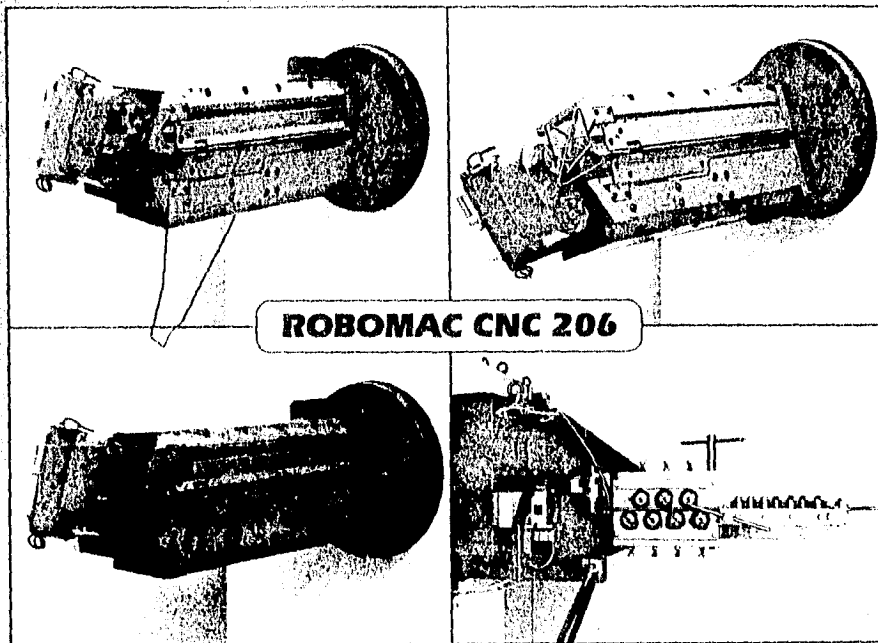
13.1 The coil, reel or spool mass, dimensions, and the method of packaging shall be agreed upon between the manufacturer and purchaser.

13.2 The size of the wire, purchaser's order number, ASTM specification number, heat number, and name or mark of the manufacturer shall be marked on a tag securely attached to each coil, reel or spool of wire.

13.3 Unless otherwise specified in the purchaser's order, packaging, marking, and loading for shipments shall be in accordance with those procedures recommended by Practices A 700.

13.4 For Government Procurement:

13.4.1 Packaging, packing, and marking of material for military procurement shall be in accordance with the requirements of MIL-STD-163, Level A, Level C, or commercial as specified in the contract or purchase order. Marking for shipment of material for civil agencies shall be in accordance with Fed. Std No. 123.



ROBOMAC CNC 206

Diamètre de fil R = 600 N/mm ²	Wire diameter at 600 N/mm² (38 T psi tensile strength)	Drahtdurchmesser (600 N/mm ²)	Diámetro de alambre R = 600 N/mm ²	2.6 mm / 0.080 0.236 in
Longueur d'avancement Precision d'amenage	Feed length Feed precision	Drahtvorschublänge Vorschubgenauigkeit	Longitud de avance Precisión de alineación	Unlimited ± 0.05 mm / 0.002 in
Bras rotatif Precision de positionnement	Rotary arm Positioning precision	Revolvertragarm Positionierungsgenauigkeit	Brazo giratorio Precision de posicionamiento	± 0.05
Rotation horaire ou anti-horaire	Clockwise or anticlockwise rotation	Drehbereich links - rechts	Rotación horaria o antihoraria	Infinity
Longueur du bras	Length of the arm	Tragarmlänge	Longitud del brazo	600 mm / 23.6 in
Têtes de courbure Nombre	Forming Heads Number	Biegeköpfe Anzahl	Cabezales de plegado Número	2
Rayon de courbure sur mandrin	Bending radii on mandrel	Biegeradien über Düse	Radius de plegado sobre mandrino	1-15 mm / 0.40-0.60 in.
Rayon de courbure par génération	Bending radii by pushing	Biegeradien über Rolle mit Drahtvorschub	Radius de plegado por generación	15 mm / 0.60 in. to infinity
Precision de point	Positioning precision	Positionierungsgenauigkeit	Precisión de posicionamiento	± 0.05
Rotation horaire ou anti-horaire	Clockwise or anticlockwise rotation	Drehbereich links - rechts	Rotación horaria o antihoraria	± 360
Temps de programmation	Programming time	Programmierzieldauer	Tiempo de programación	5 - 15 min.
Temps de mise en production Sans changement de Ø de fil	Setup time Same wire size	Zeitdauer für Fertigungsumstellung ohne Draht-Ø Wechsel	Tiempo de puesta en producción Sin cambio de Ø de alambre	0 min
Avec changement de Ø de fil	Wire size change			approx. 30 min
Puissance installée	Installed Power			6.3 kVA
Dimensions sans barrière de sécurité	Dimensions without safety gate	Nichols International Machinery Systems Co. (NIMSCO)		2.38 x 2.00 x 1.72 m. 94 x 78 x 68 in. approx.
Dimensions avec barrière de sécurité	Dimensions with safety gate	5428, Humber Avenue P.O. Box 2709 Chesham, Bucks - MK45 2JY Tel. 0494 386 96/90 Fax 0494 386 92/91		3.90 x 2.00 x 1.72 m. 151 x 87 x 68 in. approx. 2750 kg / 2.2 Tons approx.
Net Weight	Net Weight			



LATOUR & FILS

00450 HARAUCOURT - France
Tél. : 24.26.71.23 - Télex : 840 459 F
Fax : 24.26.02.66

1) TOMA DE DATOS

El numero de veces requeridas para colocar el enlace No. 2 o la serie de tiempos minimos continuos, es el tiempo de aprendizaje (TA); y los datos del tiempo menor de cada individuo para colocar el enlace No. 2 (T2) se toma para compararse con el tiempo de puesta del enlace No. 1 (T1), para constatar la diferencia de tiempo o rapidez de colocacion del enlace No. 2 (R). Los datos de tiempos son en segundos y las medidas en milímetros.

No. de voluntario 1 sexo M edad 24 años de experiencia 1
 descripcion fisica de la mano: Callo por trabajo y algunas cortadas
(PUNJAS) EN LOS DEDOS

grueso dedo indice (2° falange) 2 cm ancho dedo pulgar (1° falange) 2.3 cm

TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NUMERO DE INTENTOS	41.72	31.66	23.61	27.22	21.05	24.81												

Tabla para tomar tiempos de colocacion de la serie de 8 enlaces.

1:51.91

2) CUESTIONARIO

(antes de la prueba)

1. Cuanto tiempo tardo en aprender a amarrar con alambre recocado? 1 HR
2. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas rapida de aprender? No.1 No.
3. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas facil de usar? No.1 No.
4. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas rapida? No.1 No.
5. Cual de los 2 materiales de enlace es mas seguro? No.1 No.

1) TOMA DE DATOS

El numero de veces requeridas para colocar el enlace No. 2 o la serie de tiempos minimos continuos, es el tiempo de aprendizaje (TA); y los datos del tiempo menor de cada individuo para colocar el enlace No. 2 (T2) se toma para compararse con el tiempo de puesta del enlace No. 1 (T1), para constatar la diferencia de tiempo o rapidez de colocacion del enlace No. 2 (R). Los datos de tiempos son en segundos y las medidas en milímetros.

No. de voluntario 2 sexo M edad 20 años de experiencia 6 MESES
 descripcion fisica de la mano: Callos en la palma y dedos sin cortadas

grueso dedo indice (2° falange) 1.8 cm ancho dedo pulgar (1° falange) 2.4 cm

TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NUMERO DE INTENTOS	39.37	35.39	38.8	29.59	29.12	26.16												

Tabla para tomar tiempos de colocacion de la serie de 8 enlaces.

3:23.40

2) CUESTIONARIO

(antes de la prueba)

1. Cuanto tiempo tardo en aprender a amarrar con alambre recocado? 1/2 HR
2. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas rapida de aprender? No.1 No.
3. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas facil de usar? No.1 No.
4. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas rapida? No.1 No.
5. Cual de los 2 materiales de enlace es mas seguro? No.1 No.

1) TOMA DE DATOS

El número de veces requeridas para colocar el enlace No. 2 o la serie de tiempos mínimos continuos, es el tiempo de aprendizaje (TA); y los datos del tiempo menor de cada individuo para colocar el enlace No. 2 (T2) se toma para compararse con el tiempo de puesta del enlace No. 1 (T1), para constatar la diferencia de tiempo o rapidez de colocación del enlace No. 2 (R). Los datos de tiempos son en segundos y las medidas en milímetros.

No. de voluntario 3 sexo M edad 50 años de experiencia 15
 descripción física de la mano: Peces CALLOS EN LA PALMA

grosor dedo índice (2° falange) 2 cm ancho dedo pulgar (1° falange) 2.5 cm

TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NUMERO DE INTENTOS	39.44	38.66	34.37	29.31	31.88	32.44												

Tabla para tomar tiempos de colocación de la serie de 8 enlaces.

2:35.09

2) CUESTIONARIO

(antes de la prueba)

1. Cuanto tiempo tardó en aprender a amarrar con alambre recocado? 1 MFS

(después de la prueba)

- | | | |
|--|------|------|
| 2. Cual de las 2 técnicas de colocación es más rápida de aprender? | No.1 | No.2 |
| 3. Cual de las 2 técnicas de colocación es más fácil de usar? | No.1 | No.2 |
| 4. Cual de las 2 técnicas de colocación es más rápida? | No.1 | No.2 |
| 5. Cual de los 2 materiales de enlace es más seguro? | No.1 | No.2 |

1) TOMA DE DATOS

El número de veces requeridas para colocar el enlace No. 2 o la serie de tiempos mínimos continuos, es el tiempo de aprendizaje (TA); y los datos del tiempo menor de cada individuo para colocar el enlace No. 2 (T2) se toma para compararse con el tiempo de puesta del enlace No. 1 (T1), para constatar la diferencia de tiempo o rapidez de colocación del enlace No. 2 (R). Los datos de tiempos son en segundos y las medidas en milímetros.

No. de voluntario 4 sexo M edad 39 años de experiencia 2
 descripción física de la mano: CALLOS EN PALMA 4 DEDOS

grosor dedo índice (2° falange) 1.7 cm ancho dedo pulgar (1° falange) 2.3 cm

TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NUMERO DE INTENTOS	36.63	34.43	26.04	26.84	29.91	27.93												

Tabla para tomar tiempos de colocación de la serie de 8 enlaces.

1:16.12

2) CUESTIONARIO

(antes de la prueba)

1. Cuanto tiempo tardó en aprender a amarrar con alambre recocado? 1 HR

(después de la prueba)

- | | | |
|--|------|------|
| 2. Cual de las 2 técnicas de colocación es más rápida de aprender? | No.1 | No.2 |
| 3. Cual de las 2 técnicas de colocación es más fácil de usar? | No.1 | No.2 |
| 4. Cual de las 2 técnicas de colocación es más rápida? | No.1 | No.2 |
| 5. Cual de los 2 materiales de enlace es más seguro? | No.1 | No.2 |

1) TOMA DE DATOS

El número de veces requeridas para colocar el enlace No. 2 o la serie de tiempos mínimos continuos, es el tiempo de aprendizaje (TA); y los datos del tiempo menor de cada individuo para colocar el enlace No. 2 (T2) se toma para compararse con el tiempo de puesta del enlace No. 1 (T1), para constatar la diferencia de tiempo o rapidez de colocación del enlace No. 2 (R). Los datos de tiempos son en segundos y las medidas en milímetros.

No. de voluntario 5 sexo M edad 32 años de experiencia 4
 descripción física de la mano: CALLOS EN LA PALMA Y DEDOS,
CERTAS CORTADAS

grueso dedo índice (2° falange) 1.8 ancho dedo pulgar (1° falange) 2.4

TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NUMERO DE INTENTOS	43	48	48	33	30	34	30	29	30									

Handwritten notes: 43, 48, 48, 33, 30, 34, 30, 29, 30

1:06.93

Tabla para tomar tiempos de colocación de la serie de 8 enlaces.

2) CUESTIONARIO

(antes de la prueba)

1. Cuanto tiempo tardo en aprender a amarrar con alambre recocado? 1 MES

(después de la prueba)

- 2. Cual de las 2 técnicas de colocación es más rápida de aprender? No. 1 No. 2
- 3. Cual de las 2 técnicas de colocación es más fácil de usar? No. 1 No. 2
- 4. Cual de las 2 técnicas de colocación es más rápida? No. 1 No. 2
- 5. Cual de los 2 materiales de enlace es más seguro? No. 1 No. 2

1) TOMA DE DATOS

El número de veces requeridas para colocar el enlace No. 2 o la serie de tiempos mínimos continuos, es el tiempo de aprendizaje (TA); y los datos del tiempo menor de cada individuo para colocar el enlace No. 2 (T2) se toma para compararse con el tiempo de puesta del enlace No. 1 (T1), para constatar la diferencia de tiempo o rapidez de colocación del enlace No. 2 (R). Los datos de tiempos son en segundos y las medidas en milímetros.

No. de voluntario 6 sexo M edad 61 años de experiencia 2
 descripción física de la mano: _____

grueso dedo índice (2° falange) 1.6 ancho dedo pulgar (1° falange) 2.2 cm

TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NUMERO DE INTENTOS	1:02.21	50.21	1:10.12	40.15	38.16	29.94	28.97											

Handwritten notes: 1:02.21, 50.21, 1:10.12, 40.15, 38.16, 29.94, 28.97

3:08.43

Tabla para tomar tiempos de colocación de la serie de 8 enlaces.

2) CUESTIONARIO

(antes de la prueba)

1. Cuanto tiempo tardo en aprender a amarrar con alambre recocado? 2 DIAS

(después de la prueba)

- 2. Cual de las 2 técnicas de colocación es más rápida de aprender? No. 1 No. 2
- 3. Cual de las 2 técnicas de colocación es más fácil de usar? No. 1 No. 2
- 4. Cual de las 2 técnicas de colocación es más rápida? No. 1 No. 2
- 5. Cual de los 2 materiales de enlace es más seguro? No. 1 No. 2

1) TOMA DE DATOS

El número de veces requeridas para colocar el enlace No. 2 o la serie de tiempos mínimos continuos, es el tiempo de aprendizaje (TA); y los datos del tiempo menor de cada individuo para colocar el enlace No. 2 (T2) se toma para compararse con el tiempo de puesta del enlace No. 1 (T1), para constatar la diferencia de tiempo o rapidez de colocación del enlace No. 2 (R). Los datos de tiempos son en segundos y las medidas en milímetros.

No. de voluntario 7 sexo M edad 33 años de experiencia 3 AÑOS

descripcion fisica de la mano:

CALLOS EN DEDOS Y PUNTERAS CORTADAS

grosor dedo indice (2° falange) 1.9 ancho dedo pulgar (1° falange) 2.5

TIEMPO

NUMERO DE INTENTOS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabla para tomar tiempos de colocación de la serie de 8 enlaces.

15.44
30.53
1:03.66
47.15
44.01
45.06

2:23.97

2) CUESTIONARIO

(antes de la prueba)

1. Cuanto tiempo tardó en aprender a amarrar con alambre recocado? 6 MESES

(después de la prueba)

2. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas rapida de aprender?
3. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas facil de usar?
4. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas rapida?
5. Cual de los 2 materiales de enlace es mas seguro?

No.1 No.2
No.1 No.2
No.1 No.2
No.1 No.2

1) TOMA DE DATOS

El número de veces requeridas para colocar el enlace No. 2 o la serie de tiempos mínimos continuos, es el tiempo de aprendizaje (TA); y los datos del tiempo menor de cada individuo para colocar el enlace No. 2 (T2) se toma para compararse con el tiempo de puesta del enlace No. 1 (T1), para constatar la diferencia de tiempo o rapidez de colocación del enlace No. 2 (R). Los datos de tiempos son en segundos y las medidas en milímetros.

No. de voluntario 8 sexo M edad 31 años de experiencia 7

descripcion fisica de la mano:

SIN CALLOS NI CORTADAS

grosor dedo indice (2° falange) 1.7 ancho dedo pulgar (1° falange) 2.1

TIEMPO

NUMERO DE INTENTOS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Tabla para tomar tiempos de colocación de la serie de 8 enlaces.

47.40
36.09
35.09
28.28
21.30

1:31.31

2) CUESTIONARIO

(antes de la prueba)

1. Cuanto tiempo tardó en aprender a amarrar con alambre recocado? 2 MESES

(después de la prueba)

2. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas rapida de aprender?
3. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas facil de usar?
4. Cual de las 2 tecnicas de colocacion es mas rapida?
5. Cual de los 2 materiales de enlace es mas seguro?

No.1 No.2
No.1 No.2
No.1 No.2
No.1 No.2

En **LANCO**, contamos con personal altamente calificado y certificado por Instituciones Oficiales como:

**SINALP
ACI
Comisión Nacional de
Seguridad Nuclear y
Salvaguardias**

Siendo el primero en el ramo que fue certificado en base a los lineamientos de ISO 9000, en México las Normas Mexicanas NMX de la Serie CC. Nos regimos para la ejecución de los trabajos por las Normas Mexicanas e Internacionales; para esto utilizamos equipos con tecnología de punta calibrados y sancionados por DGN de la SECOFI.

La ética profesional ante todo rige en todos y cada uno de los servicios que realizamos, garantizando al cliente la satisfacción y seguridad de su obra.

LANCO le proporciona servicios en todo el país, contando para ello con Laboratorios en el interior de la República para estar más cerca de usted.



**LABORATORIO NACIONAL DE LA
CONSTRUCCION, S.A.**

CALLE 23 No. 22-A SAN PEDRO DE LOS PINOS
MEXICO, D.F., 03800
TELS: 598-86-55
598-81-82
598-89-46
FAX: 598-83-29

GRACIAS POR SU PREFERENCIA

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

CONTROL Y/O VERIFICACION



CUMPLIMIENTO

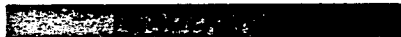
**LABORATORIO NACIONAL
DE LA CONSTRUCCION, S.A.**

Considerando el papel fundamental que la modernidad exige, nuestro LABORATORIO juega un papel importante en la tecnología, actual y ha hecho necesaria la actualización de su estructura para estar a la vanguardia como empresa certificada, con la finalidad del logro del aseguramiento de Calidad.



Un Laboratorio que fue fundado en 1970 y su objetivo es colaborar con la Industria de la Construcción en las disciplinas de Control y Verificación de la Calidad, estando integrado a las siguientes instituciones:

ASTM	desde 1972
ACI	desde 1971
CNEC	desde 1985
ANALISEC	desde 1971
CICM	desde 1982



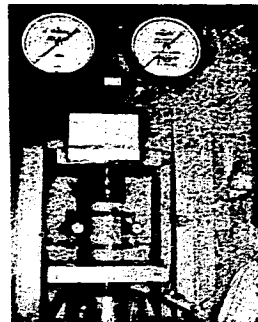
Estudios y ensayos, nuestros sistemas están diseñados para generar confiabilidad, en los siguientes servicios:

CEMENTO

- Estudio físico completo
- Pruebas especiales para cemento

CONCRETO HIDRAULICO

- Control y/o verificación en obra y plantas productoras de concreto.
- Pruebas destructivas y no destructivas.
- Diseño convencional, estructural, de alta resistencia y especial.
- Estudio de Ultrasonido, para revisión de posibles fallas.



ACERO

- Detección de Acero de refuerzo en elementos de concreto.
- Pruebas en Acero estructural y placas.
- Estudios Radiográficos e Inspección de uniones soldadas.

BLOQUES, TABIQUES Y ADOQUINES

- Ensaye a compresión y/o flexión, absorción

AGREGADOS

- Pruebas físicas, análisis granulométrico, densidad y absorción.
- Peso volumétrico seco, suelto y varillado.
- Sanidad (Intemperismo).
- Desgaste de los Angeles.

MORTEROS

- Análisis de sus componentes.
- Pruebas a compresión.

TUBOS DE CONCRETO

- Análisis de sus componentes.
- Prueba de 3 apoyos y absorción.

TERRACERIAS

- Estudios completos de calidad.

PAVIMENTOS ASFALTICOS

- Análisis de productos Asfálticos.
- Diseño de mezclas asfálticas.
- Control de plantas.
- Control de tendido y compactación.

PAVIMENTACION HIDRAULICOS

- Análisis de Agregados.
- Control de plantas.
- Control de colocación
- Diseño de Mezclas.

ESTUDIOS ESPECIALES

- Pruebas de carga.
- Pruebas esclerométricas.
- Extracción de núcleos.
- Mecánica de suelos.
- Análisis Físico, Químico de agua y cemento
- Evaluación de aditivos para su utilización en concretos hidráulicos y asfálticos.
- Consultorías.
- Estudios y/o investigación, relacionados con todas las disciplinas inherentes a control de calidad dentro de la Ingeniería Civil.



LABORATORIO NACIONAL DE LA CONSTRUCCION, S.A.

CALLE 23 No. 22-A SAN PEDRO DE LOS PINOS
MEXICO, D.F. CODIGO POSTAL 03800

TEL. 598-06-55 598-09-46
598-01-02 598-01-23
FAX 598-03-29

México, D. F., a 25 de Enero de 1995.

PARTICULAR

Eugenia No. 13 P.H.
Col. Napoles
México, D. F. 03810

At'n.: SR. OCTAVIO A. CROSS

Por medio de la presente, nos permitimos presentar a usted las observaciones llevadas a cabo de las pruebas realizadas a tres probetas cilíndricas de concreto armado con varillas del No. 3 (4 varillas) y estribos de 1/4" de 1.0 m de longitud por 20 cm de diámetro, utilizando para el cimbrado moldes sonotubos.

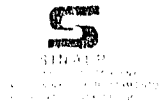
Las pruebas de referencia tienen como objetivo (de acuerdo a información proporcionada por usted) la finalidad de determinar el desplazamiento del refuerzo empleando dos alternativas de unión de la varilla con estribos de elemento y una tercera que es la combinación de ambas.

- El primer sistema de unión consistió en emplear el alambre recocido usado comúnmente en obra.
- El segundo sistema de unión denominado "enlace" se hace utilizando alambre de zona de diámetro.
- Para la primera probeta se empleó el primer sistema observándose desplazamientos del amarre con los estribos de 0.25 mm.
- En la segunda probeta se empleó el segundo sistema de enlace observándose un desplazamiento del amarre con estribos de 0.30 mm.

Esperando que la presente información le sea de utilidad, nos reiteramos a sus apreciables ordenes.

A T E N T A M E N T E

LABORATORIO NACIONAL
DE LA CONSTRUCCION, S. A.





BIBLIOGRAFÍA

American Society for Testing and Material. Annual Book of ASTM Standards USA 1989. Vol. 01.03 págs. 1-161.

Bannister, Jay. Building construction inspection - a guide for Architects. N.Y. 1991.

Barbara Zetina, F. Materiales y procedimientos de construcción. Edit. Herrero/UNAM. México 1975. tomo I.

Baud, G. Tecnología de la construcción. Edit. Blume. Barcelona. 1937.

Burkhardt, Fuchs. Producto, forma, historia. 150 años de Diseño Alemán. Instituto de Relaciones Culturales Extranjeras-Gobierno de Alemania. Stuttgart. 1968.

Caridad Obregón, Pheres, Cohen Bisau. Manual de sistemas de unión y ensamble de metales. Edit. Trilce México 1986.

D. D. F. Secretaría General de Obras y CHU. Unicat. Manual de diseño y construcción de vivienda para personas de escasos recursos. México. 1988.

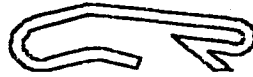
Decker, Karl-Heinz. Elementos de unión metálicas. Bilbao. 1980.

Dickinson, C. E. Propose manual handling international & european standards. Applied Ergonomics. 1988. Vol. 25. No. 4, p. 265-270.

Ferrer, Aldo. Tecnología y Política Económica en América Latina. Edit. Páidos. Argentina. 1974.



- Fritz, Leonhardt Estructuras de hormigón armado Edit. El Ateneo Buenos Aires 1990 tomo III
- Gerwich Jr., Ben C. Construcción de estructuras de concreto presforzado Limusa México 1978
- Gómez, Lorenzo Martínez Acero SEP/CONACYT/Fondo de Cultura Económica México 1989
- Heinz, Carl; Stanzich, A; Godoy, H. Inversión Extranjera y Transferencia de Tecnología en América Latina Ildis-Fiacso Chile 1972
- Hill Jr., Louis A. Fundamentos de diseño estructural Representaciones y Servicios de Ingeniería s.a. SEP México 1978
- Kirk, Edward Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería Edit. Noriega y Limusa México 1982
- Libro Oficial Leyes y Códigos de México - Reclamo de Construcción para el Distrito Federal colección Porrúa Editorial Porrúa México, D.F. 1989
- Loslever, P.; Panaivosca, A. Biomechanical & Epidemiological investigation of carpal tunnel syndrome at work places with risk factors Ergonomics 1993, Vol. 36, No. 6, p. 537-554
- Mandolesi, Enrico Edificación Ediciones CEAC Barcelona 1981
- Marshall Cavendish de Londres y varios autores Mente Sagaz Edit. Planeton Barcelona 1976 1ª ed.
- Munari Bruno Cómo nacen los objetos? Edit. Gustavo Gili Barcelona 1983



Owen, Ronald D. Carpal tunnel syndrome: a products liability prospective Ergonomics 1994 Vol. 37 No. 3 p. 449-476

Panero, Julius, Zelnik, Martin Las Dimensiones Humanas en los espacios interiores Edit. Gustavo Gili México 1989

Pearce, Chris Diseños clásicos del siglo XX Edit. Libsa Madrid 1991

Radio Universidad 96.1 fm. Ing. Marco Aurelio Torres H., Profesor en la facultad de ingeniería de la UNAM Programa La Ingeniería en Marcha / La Ingeniería Hoy México junio 1994 Martes 12:00-1:00 pm

Ramón García-Pelayo y Gross Pequeño Larousse ilustrado Edit. Larousse México 1988

Roland Kadefors y otros An approach to ergonomics evaluation of hand tools Applied Ergonomics 1993 Vol. 24, No. 3, p. 203-211

RTV (Video) Abañilería: cimbrado de cimientos, columnas y losa RTC México 1989 duración 1:20 minutos

Sabato, Jorge A. El pensamiento Latinoamericano en la problemática Ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia Edit. Paidós Argentina 1975

Servicios profesionales Tolteca, Centro técnico del concreto y varios autores Manual Tolteca de autoconstrucción y mejoramiento de la Vivienda K y B Editores y Procoelsa México 1984

Tesis de Piaget Rhorer, L. Milton Centro de Capacitación y Adiestramiento Aereo Univ La Salle México 1981



Thomas, Robert E.; Vaidya, Subhash C. The effects of biofeedback on carpal tunnel syndrome Ergonomics 1993, Vol. 36, No. 4, p 353-361

Troyer, Warner y Canadian Pacific Hotels & Resorts The Green Partnership Guide Rejex, Canada 1992

Varios autores Diccionario de la construcción Enciclopedia CEAC del encargado de obra Ediciones CEAC Barcelona 1981

Varios autores Diccionario Enciclopédico Quillet Aristides Quillet México 1968 Vol I

Varios autores Enciclopedia CEAC del delineante tecnología de la construcción Edit. CEAC Barcelona 1974

Wieczorek-Leben Tecnología Fundamental para el trabajo de los metales Edit. Gustavo Gilli España 1972

Woodson, Wesley, Tillman, Barry y Peggy Human Factors Design Handbook Mc Graw Hill N.Y. 1992

Entrevista con el Ing. Javier Guzmán Olgún Jefe de Laboratorio- Facultad de Ingeniería UNAM Septiembre de 1994

Entrevista con el Ing. Feliciano Martínez Gerente de Planta Resortes y Productos Metalicos, s.a. de c.v. parte del grupo Peterson American Corporation México Noviembre de 1993

Entrevista con el Dr. en Ing. Sergio Alcozer Coordinador del Instituto de Ingeniería UNAM Nov de 1993