



17

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS
DE CONCRETO"

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
LEONARDO ARMANDO CRUZ REZA



DIRECTOR: ING. SERGIO E. ZERECERO GALICIA

RECIBIDO

MEXICO, D. F.

2000



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.



VERDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-060/95

Señor
LEONARDO ARMANDO CRUZ REZA
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. SERGIO ZERECERO GALICIA, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

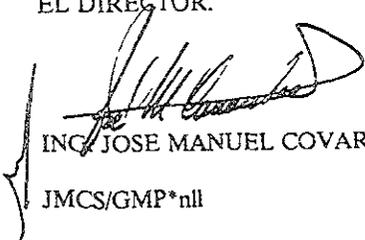
"ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO"

- I. INTRODUCCION
- II. TIPOS Y PROPIEDADES DEL ACERO
- III. NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO
- IV. PRUEBAS DE CALIDAD
- V. SOLDADURAS
- VI. PLANOS ESTRUCTURALES
- VII. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 24 de abril de 1995.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*nl

DEDICATORIAS:

A Rosa Elena MI ESPOSA, compañera en gran parte de mi vida la cual motivó con su amor y paciencia la terminación de este trabajo, porque ella sabe lo que ha representado para todos el poder concluir, espero manifestar mi total apoyo para que sea parte de este momento.

A Ángel Leonardo MI HIJO, del cual me siento enormemente orgulloso, el también ha participado, principalmente con el sacrificio del tiempo que no hemos estado juntos, eso ha sido de gran apoyo para el desarrollo no sólo de este trabajo sino a lo largo de todos mis estudios.

A mis Abuelos y a Pachita, que en paz descansen, por todo el amor y lo bueno que me enseñaron.

A todos mis hermanos en especial a: Carmen y Cecilia las cuales son parte de mi vida en mi infancia, juventud y en mi vida de adulto.

A mis padres: que a la fecha no se encuentran juntos pero a los cuales les debo la vida.

A todos mis amigos en especial a Adrián el cual cada vez que nos vemos me da ánimos para seguir adelante.

A todos mis cuñados en especial a Teresita y José Martín .

A Isaías Quetzalcóatl por el gran apoyo que me brinda incondicionalmente siempre que lo necesito.

A todos mis compañeros de trabajo y de la Facultad los cuales de alguna manera me apoyaron para llegar a esta meta.

Al Ing. Sergio Zerecero Profesor y Director de este trabajo el cual me dió la orientación necesaria para dar fin a mi carrera.

Y a todos aquellos que en este momento no recuerdo pero me ayudaron en la culminación de este logro.

VICTORIA PARA QUIENES PERSEVERAN

Iniciar una obra es cosa relativamente fácil, basta con avivar un poco la lumbre del entusiasmo.

Perseverar en ella hasta el éxito, es cosa diferente; eso ya es algo que requiere continuidad y esfuerzo.

Comenzar está al alcance de todos, continuar distingue a los hombres de carácter.

Por eso la médula de toda obra grande, desde el punto de vista de su realización práctica, es la perseverancia, virtud que consiste en llevar las cosas hasta el final.

Es preciso, pues, ser perseverante; formarse un carácter no solo intrépido, sino persistente, paciente, inquebrantable.

Sólo eso es un carácter.

El verdadero carácter no reconoce más que un lema; la victoria.

Y sufre con valor, con serenidad, y sin desaliento, la más grande de las pruebas: la derrota.

La lucha tonifica el espíritu, pero cuando falta carácter, la derrota lo deprime y desalienta.

Hemos nacido para luchar.

Las más grandes victorias corresponden siempre a quienes se preparan, a quienes luchan y perseveran.

ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN

I	INTRODUCCIÓN	PAG. 1
---	--------------	-----------

II TIPOS Y PROPIEDADES

II.1.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	3
II.2.	PROCESO DE FABRICACIÓN	4
II.2.1.	CONVERTIDOR BESSEMER.	5
II.2.2.	CONVERTIDOR THOMAS.	5
II.2.3.	HORNO SIEMENS.	5
II.2.4.	HORNO ELÉCTRICO DE ARCO	6
II.2.5.	CONVERTIDOR LD FABRICACIÓN DE ACERO CON OXÍGENO	6
II.3.	TIPOS DE ACERO	9
II.3.1.	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE MANUFACTURA.	9
II.3.1.1.	ACEROS MUERTOS O CALMADOS (KILLED STEELS).	9
II.3.1.2.	ACEROS VIVOS O EFERVESCENTES (RIMMED STEELS).	10
II.3.1.3.	ACEROS SEMIMUERTOS O SEMICALMADOS (SEMI KILLED STEELS)	10
II.3.1.4.	ACEROS CAPADOS (CAPPED STEELS).	10
II.3.2.	CLASIFICACIÓN DEL ACERO SEGÚN SUS COMPUESTOS QUÍMICOS	11
II.3.2.1.	ACEROS AL CARBONO O ACEROS COMUNES.	11
II.3.2.2.	ACEROS ESPECIALES O ACEROS DE ALEACIÓN.	11
II.3.3.	EFFECTOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACERO.	12
II.3.3.1.	CARBÓN.	12
II.3.3.2.	MANGANESO.	13
II.3.3.3.	FÓSFORO.	13
II.3.3.4.	AZUFRE.	13
II.3.3.5.	SILICIO.	14
II.3.3.6.	COBRE.	14
II.4.	PROPIEDADES DEL ACERO.	14
II.4.1.	ELASTICIDAD.	15
II.4.2.	DUCTILIDAD.	15
II.4.3.	TENACIDAD.	15
II.4.4.	SOLDABILIDAD.	15
II.4.5.	DOBLADO.	16

III. NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

III.1.	DEFINICIONES.	17
III.2.	IMPORTANCIA DE UN REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN.	17
III.2.1.	REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN , FEDERALES, ESTATALES Y MUNICIPALES.	20
III.2.2.	OTROS REGLAMENTOS	20
III.2.3.	NORMAS OFICIALES MEXICANAS.	21
III.3.	USOS Y APLICACIONES	37

IV. PRUEBAS DE CALIDAD

	PAG.	
IV.1.	OBJETIVOS DE LAS PRUEBAS DE CALIDAD.	39
IV.2.	PRUEBAS FÍSICAS	39
IV.2.1.	PRUEBAS PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO Y ÁREA TRANSVERSAL DE LAS VARILLAS LISAS Y CORRUGADAS.	40
IV.2.2.	ESPECIFICACIONES PARA LAS CORRUGACIONES.	42
IV.3.	PRUEBAS MECÁNICAS	43
IV.3.1.	PRUEBAS DE DOBLADO	44
IV.3.2.	PRUEBAS DE TENSIÓN.	50
IV.4.	PRUEBA REALIZADA.	53

V. SOLDADURA

V.1.	OBJETIVOS.	55
V.2	ANTECEDENTES.	55
V.3.	SIMBOLOGÍA	57
V.4.	PROCESOS DE SOLDADURA.	59
V.4.1.	SOLDADURA DE ARCO METÁLICO PROTEGIDO (SAMP), (SMAW).	59
V.4.2.	SOLDADURA DE ARCO METÁLICO PROTEGIDO CON GAS (SAMP), (GMAW).	60
V.4.3.	SOLDADURA CON GAS A PRESIÓN (PGW).	60
V.5.	TIPOS DE JUNTAS Y SOLDADURA.	60
V.6.	TIPOS DE ELECTRODOS PARA SOLDAR.	62
V.7.	NORMAS PARA LA SOLDADURA.	63

VI. PLANOS ESTRUCTURALES

VI.1.	OBJETIVO	98
VI.2	CUADRO DE DATOS.	98
VI.3.	NOTAS GENERALES.	98
VI.4	NOTAS PARTICULARES	99
VI.5.	CORTES Y DETALLES.	99
VI.6.	OBSERVACIONES DE UN PLANO ESTRUCTURAL.	99

VII. CONCLUSIONES

VII	CONCLUSIONES	117
-----	--------------	-----

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA	118
--------------	-----

I INTRODUCCION

I INTRODUCCIÓN

En la actualidad en la mayor parte del mundo las construcciones que se realizan están hechas a base de estructuras de acero así como estructuras de concreto reforzado, estas últimas son la unión de acero de refuerzo y concreto.

Estas estructuras de concreto inicialmente carecían de acero de refuerzo, posteriormente, se colocó este material, en pruebas realizadas se observó que la estructura trabajaba mejor con estos dos materiales, el concreto toma las fuerzas de compresión mientras que el acero toma las fuerzas de tensión. Este acero con el paso de los años se fue perfeccionando, en principio era totalmente liso y posteriormente se le añadieron corrugaciones, permitiendo tener mayor adherencia al concreto al momento del endurecimiento, haciendo más difícil que se deslizara.

Los reglamentos dentro de la construcción son importantes puesto que en ellos se basan los proyectistas para la elaboración de sus trabajos, así como los constructores al momento de ejecutar una obra. La producción del acero de refuerzo necesita de una reglamentación, siendo de suma importancia tanto en la construcción como en la calidad del producto. El seguimiento de los reglamentos y sus normas de calidad garantiza la seguridad y la estabilidad estructural de las construcciones. Las pruebas de calidad están estipuladas dentro del reglamento debiéndose aplicar desde la producción del material hasta tener el producto terminado, así mismo en obra, se deben aplicar las diferentes pruebas de calidad al acero conforme lo indicado en las normas

El acero de refuerzo es el tema de este trabajo por lo que en él se verán los tipos y propiedades del acero así como la calidad que este debe tener desde su producción hasta tener el producto terminado. En nuestro país la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial a través de su Dirección General de Normas, es la responsable de emitir las normas con la que los empresarios deben producir el acero de refuerzo, así mismo realiza las normas para llevar a cabo las pruebas de calidad a las que deben someterse los materiales, en el caso del acero las pruebas de Tensión y Doblado son las más importantes, ya que en campo lo que más se realiza para un armado son los dobleces y con la prueba de tensión se verifica la fluencia que debe tener el acero. En el presente trabajo se verá completa la Norma NOM-B-6-1988 referente a la producción de varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto, en ella se determinan las corrugaciones, niveles máximos de otros elementos que componen al acero, la simbología que deben tener las varillas para

su clasificación, así como la fluencia que deben cumplir las varillas, entre otras, además de ser una de las más empleada por la las empresas constructoras, también se dará una relación de las diferentes normas para los diferente tipos de procedencia del acero de refuerzo liso y corrugado para concreto.

El acero de refuerzo se produce en diferentes diámetros, en algunas construcciones se requiere de diámetros mayores a una pulgada, en este caso los traslapes o empalmes presentan un problemas de espacio entre la cimbra y los materiales pétreos al momento del colado, ya que mientras mayor se el diámetro menor es la posibilidad de que éstos se puedan despiazar distribuyéndose a lo largo de la cimbra, en este caso, las varillas se pueden soldar; en el capítulo correspondiente a soldadura se vera lo referente a la reglamentación existente por la Dirección General de Normas, la cual expide la norma: NOM-H-121-1988 para el "Procedimiento de Soldadura Estructural de Acero de Refuerzo, en ella se ven los diferentes tipos de soldaduras existentes, tipos de electrodos, también se dan las diferentes pruebas que se aplican a la soldadura, etc, por lo que todo esto se vera en el capítulo correspondiente a soldadura.

En el último en el capítulo se verá a detalle un plano estructural, en el se puede observar lo que finalmente se calcula y es la información con la que el constructor cuenta para ejecutar la obra. Los planos no sólo los estructurales sino todo el conjunto de planos que lleva una obra son la guía del constructor, con ellos en campo se realiza todo lo que en un momento sólo fue proyecto; las variaciones que en ocaciones surgen se debeán realizar tratando de alterar lo menos posible el proyecto original.

En los planos estructurales se encuentran los nombres de las personas responsables del calculo y diseño, así como el del Director Responsable de Obra y Corresponsable en Seguridad Estructural. También se encuentran las notas generales, particulares, cortes y detalles, y más información basada en el Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias para realizar las obras en campo. De un buen plano estructural depende la facilidad con la que el constructor lleva a cabo los trabajos.

II TIPOS Y PROPIEDADES

II. TIPOS Y PROPIEDADES DEL ACERO

II.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

PRIMEROS USOS DEL HIERRO Y DEL ACERO.

Aunque el primer metal que usaron los seres humanos probablemente fue algún tipo de aleación de cobre, tal como el bronce (hecho a base de cobre, estaño y algún otro aditivo), los avances más importantes en el desarrollo de los metales han ocurrido en la fabricación y uso del hierro y del acero. Actualmente el hierro y el acero comprenden casi el 95 % en peso de todos los metales producidos en el mundo.

A pesar de los esfuerzos de los arqueólogos durante muchas décadas, no ha sido posible descubrir cuando se uso el hierro por primera vez. Los arqueólogos encontraron una daga y un brazalete de hierro en la gran pirámide de Egipto y afirman que la edad de éstos era de por lo menos de 5000 años, desde el principio de la Edad de Hierro, alrededor del año 1000 a.C., el progreso de la civilización en la paz y en la guerra; ha dependido mucho de lo que el hombre ha sido capaz de hacer con el hierro.

Según la teoría clásica sobre la primera producción de hierro en el mundo, hubo una vez un incendio forestal en el Monte Ida en la antigua Troya (la actual Turquía) cerca del mar Egeo. El terreno supuestamente era muy rico en depósitos ferrosos y el calor del fuego produjo una forma primitiva de hierro a las que se les pudo dar diversas formas al golpearla. Muchos historiadores creen, sin embargo, que el hombre aprendió a usar primero el hierro que cayó a la tierra en forma de meteoritos. Con frecuencia el hierro de los meteoritos está combinado con níquel resultando entonces un metal más duro.

El acero se define como una combinación de hierro y pequeñas cantidades de carbono, generalmente menos del 1% . También contiene pequeños porcentajes de algunos otros elementos. Aunque se ha fabricado acero desde hace dos mil o tres mil años, no existió un método de producción económico sino hasta la mitad del siglo XIX.

Con el paso de los años el acero se fabricó muy probablemente calentando hierro en contacto con carbón vegetal. La superficie del hierro absorbió algo de carbono del carbón vegetal que luego se martilló en el hierro caliente. Al repetir este proceso varias veces se obtuvo una capa exterior endurecida de acero.

Al primer proceso para producir acero en grandes cantidades se le dio el nombre de Sir Henry Bessemer de Inglaterra . Recibió una patente inglesa para su proceso en 1855, pero sus esfuerzos para conseguir una patente en los Estados Unidos no tuvieron éxito, ya que se probó que William Kelly de Eddyville, Kentucky, había producido acero mediante el mismo proceso siete años antes de que Bessemer solicitara su patente inglesa. Kelly recibió la patente pero se usó el nombre Bessemer para el proceso.

Kelly y Bessemer se percataron de que un chorro de aire a través del hierro fundido quemaba la mayor parte de las impurezas en el metal. Desafortunadamente el chorro de aire eliminaba algunos elementos provechosos como el carbono y el manganeso. Después se aprendió que esos elementos podrían restituirse añadiendo hierro especular, que es una aleación del hierro, carbono y manganeso; se aprendió además que con la adición de piedra caliza en el convertidor, podría removerse el fósforo y la mayor parte del azufre .

El convertidor Bessemer se usó en los Estados Unidos hasta principios de este siglo, pero desde entonces se ha reemplazado con mejores métodos como el proceso de hogar abierto, oxígeno básico y horno eléctrico de arco.

II.2. PROCESO DE FABRICACIÓN

La fabricación del acero es compleja. Del mineral de hierro , hasta el producto final, son necesarias una serie de transformaciones y procedimientos de trabajo. La particularidad de cada procedimiento o transformación depende tanto de las materias primas como de las propiedades requeridas en el producto terminado, puesto que ellos afectan la calidad del acero.

Desde el siglo pasado en que la producción de acero se hizo en grandes cantidades gracias al método de Bessemer en Inglaterra y de igual manera en Estados Unidos por Kelly, en otros lugares se desarrollaron otros métodos como el convertidor de Thomas, el horno de Siemens-Martín (hogar abierto), el horno eléctrico de arco y últimamente a mediados de este siglo (1952) el convertidor con oxígeno. Estos procedimientos surgieron por la necesidad de cada lugar.

II.2.1. CONVERTIDOR BESSEMER

Como ya se había mencionado el convertidor Bessemer y el de Kelly eran similares, y consistía en hacer pasar un chorro de aire a través de la fundición, que en estado líquido contenía un gran crisol en forma de pera. Al oxidarse el silicio, manganeso, fierro y carbono que contiene la fundición, producía una gran cantidad de calor y se elevaba la temperatura del baño metálico de 1250 a 1650 grados centígrados aproximadamente. Los óxidos del silicio, hierro y manganeso, formados se combinaban entre sí dando lugar a silicatos complejos, que por su poca densidad subían a la superficie del baño y formaban la escoria que no intervenía en las reacciones.

II.2.2. CONVERTIDOR THOMAS

Cuando el fósforo se encuentra en los aceros en cantidades superiores a 0.060-0.080% les comunica una extraordinaria fragilidad a la temperatura ambiente. Sin embargo, El método de Bessemer no se pudo emplear en Francia, Alemania y Bélgica ya que los minerales de esos lugares eran muy fosforosos, los cuales los obtenían de la cuenca de Alsacia y Lorena.

Sidney Gilchrist Thomas inventó un proceso el cual consistió en revestir los convertidores, con algún tipo nuevo de refractario que fuera de carácter básico y que no reaccionara con la cal. Así, a lo largo de siete años de ensayos y experiencias comprobó que sustituyendo las paredes refractarias siliciosas por un revestimiento de carácter básico preparado con cal y silicato sódico, aglomerados con un poco de arcilla, se podía obtener por sopiado de la fundición un acero de buena calidad y de bajo contenido en fósforo, utilizando aquellas fundiciones y escoria calcaría.

II.2.3. HORNO SIEMENS (HOGAR ABIERTO)

También en 1865 el horno de Siemens-Martin (Hogar abierto) fue de gran importancia, ya que durante setenta años (de 1898 a 1968) el 70% de acero que se producía en el mundo fue fabricado en hornos Siemens. Por lo tanto este horno puede considerarse, como la instalación más importante que ha existido en la primera mitad del siglo XX para fabricar acero

El éxito del nuevo método de fabricación fue debido principalmente al empleo de un horno con cámaras de regeneración de calor de tipo Siemens, con el que se pudieron alcanzar en la solera temperaturas del orden de 1600 a 1650 grados centígrados, superiores a las que se alcanzaban en aquella época en otros hornos de solera, que se utilizaban para pedular.

II.2.4. HORNO ELÉCTRICO DE ARCO

El procedimiento de horno eléctrico de arco fue utilizado en su inicio principalmente para fabricar aceros de alta calidad, y a mediados del siglo XX es también utilizado para la fabricación de importantes cantidades de acero de calidad corriente.

En el año de 1870 Werner y William Siemens, que anteriormente habían puesto a punto su horno de regeneradores de calor para fabricar acero, comenzaron también sus trabajos para aplicar la electricidad a la metalurgia. En 1878, William patentó el primer horno eléctrico de arco con electrodos horizontales para fabricar acero. Y en 1879, patentó un segundo con dos electrodos verticales, uno superior que atravesaba la bóveda y otro inferior que atravesaba la solera del horno, en los dos casos la energía eléctrica era suministrada por una dínamo.

Después Paul Heroult en Francia comenzó a interesarse por la fabricación de acero y obtuvo por primera vez industrialmente acero, en un horno eléctrico de arco en el año de 1900. En 1901 mejora el horno haciéndolo basculante en vez de fijo para facilitar la salida del acero y la separación de la escoria.

De los diferentes y numerosos tipos de hornos eléctricos que se construyeron y ensayaron en los últimos años del siglo XIX y el los primeros años del XX para fabricar acero solamente el horno ideado por Heroult con tres electrodos verticales ha tenido universal aceptación. Todos los hornos eléctricos de arco que se utilizan en la actualidad, son muy similares a los construidos por Heroult

II.2.5. CONVERTIDOR LD FABRICACIÓN DE ACERO CON OXIGENO

La fabricación de acero con oxígeno convertidor LD (1952) fue realizada por primera vez con éxito por Robert Durrer. Este fue el último método y se desarrolló a mediados de este siglo y adquirió en poco tiempo una importancia extraordinaria. En veinticinco años desplazó casi completamente a los clásicos procedimientos Bessemer, Thomas y Siemens y desde el año de 1968 ocupa por su importancia, el primer lugar entre los procesos de fabricación de acero

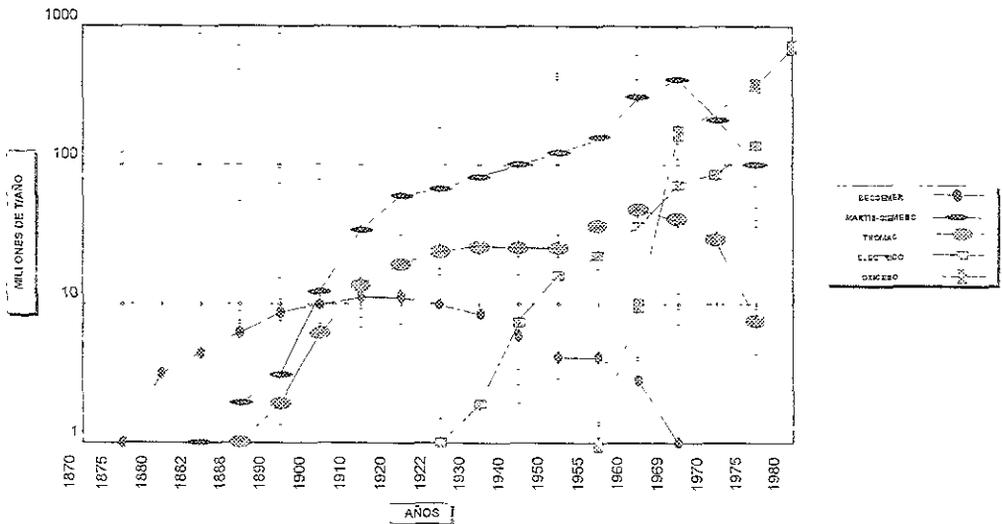
Heinrich Richter-Brohm. Director General de VOEST que conocía los ensayos de Durrer y su colaborador Hellbrugge, decidió colaborar con sus experiencias. Para ello montó una fábrica de VOEST en Linz (Australia) con

la ayuda de Durrer y Hellbrugge, un convertidor experimental de dos toneladas que realizó su primer colada el 25 de julio de 1942 y para el 9 de diciembre de 1949 se construyó la primer fábrica de convertidores soplados con oxígeno para 250,000 toneladas, en la que hizo la primera colada el 27 de noviembre de 1952.

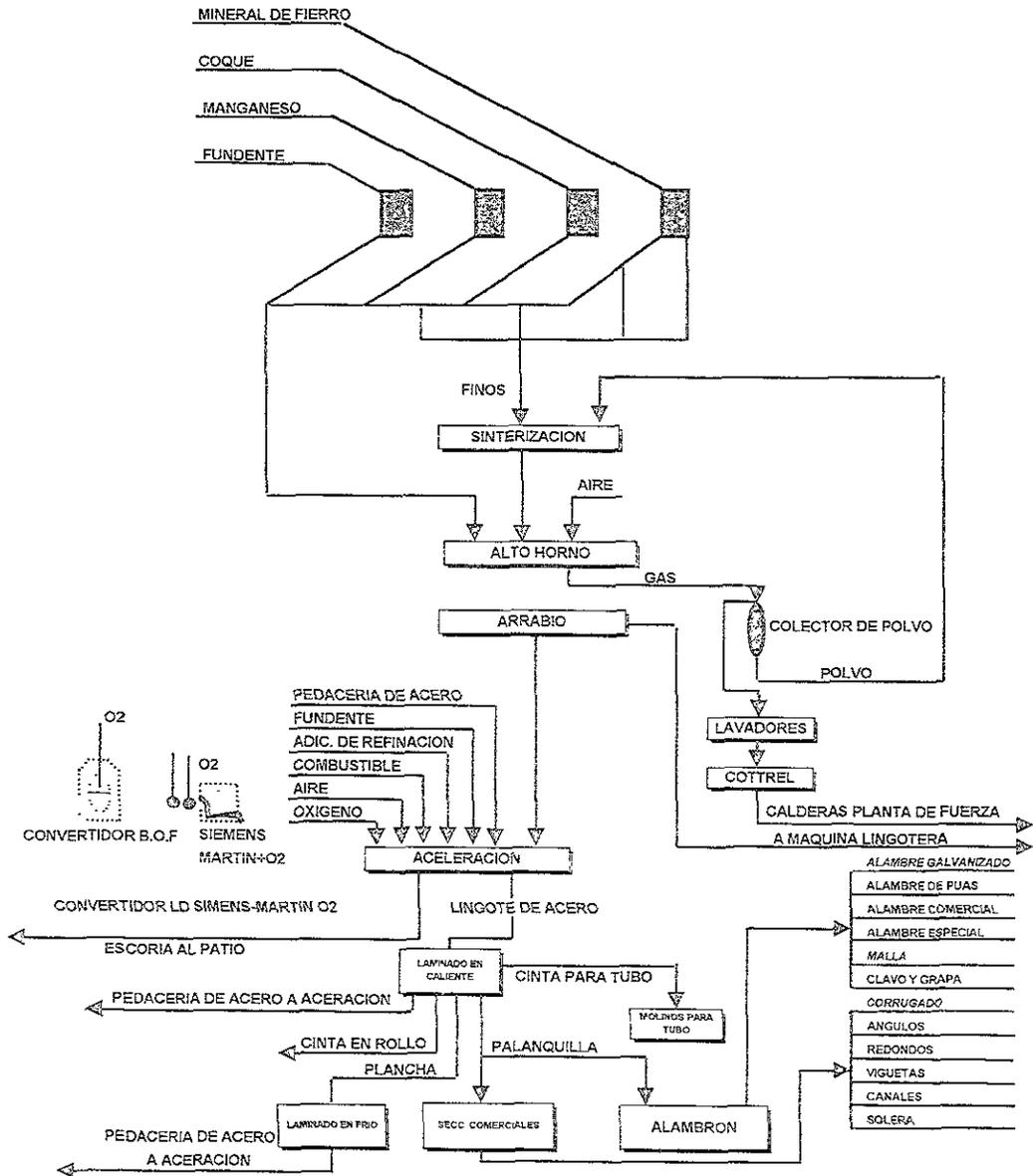
La denominación de las iniciales LD (L de Linz y D Durrer) son en recuerdo de la fábrica donde se desarrolló industrialmente el procedimiento y de la persona que lo inició. El proceso LD se caracteriza porque emplea convertidores de revestimiento básico cerrados por abajo, con una lanza vertical que se introduce por la boca del convertidor y por la que inyecta oxígeno puro a velocidad supersónica sobre la superficie de la fundición que se ha de afinar.

En la siguiente gráfica se muestra la evolución de los diferentes procesos desde su aparición hasta el año de 1980 contra la producción en toneladas

EVOLUCION DE LAS PRODUCCIONES DE ACERO EN EL MUNDO (HASTA 1980) Y DISTRIBUCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES MÉTODOS DE FAERICACIÓN



En el siguiente diagrama se muestra el proceso para la elaboración del acero desde las materias primas hasta el producto terminado, en el cual puede aplicarse tanto el método de hogar abierto como el de convertidor de oxígeno.



II.3. TIPOS DE ACERO

Los aceros se pueden clasificar de dos formas, por su método de manufactura o por sus compuestos químicos.

II.3.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE MANUFACTURA

La industria siderúrgica con sus grandes volúmenes de producción mundial, ha encontrado la máxima economía en el procedimiento de alto horno, para transformar el mineral de hierro en arrabio, y el empleo de hornos de hogar abierto (Siemens-Martin) y LD (convertidor de oxígeno), para la producción de acero a partir de arrabio y chatarra con inyección de oxígeno.

Los grados del acero se diferencian en su composición química, y comprenden desde el hierro casi puro hasta aleaciones complejas. A estos diferentes grados de acero les pueden ser impartidas cualidades distintas, a través de los diferentes modos de fundirlos, laminarlos y tratarlos térmicamente.

Por ejemplo en AHMSA el acero es vaciado a las lingoteras por la parte superior. Los moldes o lingoteras son de forma de pirámide cuadrangular truncada. La sección transversal de los lingotes obtenida es cuadrada o rectangular, con las esquinas redondeadas. La altura de los mismos es siempre su mayor dimensión. La forma, la altura de vaciado y la sección de los moldes tienen una gran influencia en la segregación de algunos elementos químicos, así como en la magnitud de evolución de gases. Otros factores tales como la temperatura de colada y la acción del acero también influyen en la segregación.

De acuerdo con la práctica de desoxidación del acero, AHMSA produce los tipos de acero siguientes:

II.3.1.1. ACEROS MUERTOS O CALMADOS (KILLED STEELS)

Son aceros totalmente desoxidados, donde prácticamente no hay desprendimiento de gases. La solidificación debida al enfriamiento y su consiguiente reducción de volumen da origen a una cavidad o "rechupe" en la parte central superior del lingote, cuyos efectos se reducen mediante el uso de materiales aislantes y exotérmicos colocados en la parte superior de la lingotera la

materiales aislantes y exotérmicos colocados en la parte superior de la lingotera la que se elimina por corte durante el proceso de rolado. Este tipo de acero se caracteriza por una ligera variación de composición química de la superficie al centro y de la parte superior a la parte inferior del lingote.

II.3.1.2. ACEROS VIVOS O EFERVESCENTES (RIMMED STEELS)

Se caracterizan por marcadas diferencias en la composición química, tanto en la sección transversal del lingote como en la sección longitudinal, así como en un franco desprendimiento de gases durante el vaciado y solidificación. Tienen una "piel" que es más baja en carbono, fósforo, manganeso y azufre que la composición promedio del corazón del lingote.

II.3.1.3. ACEROS SEMIMUERTOS O SEMICALMADOS (SEMI KILLED STEELS)

La composición química de estos aceros es menos uniforme que los aceros muertos, pero en grado menor que las variaciones de análisis que caracterizan a los aceros vivos. El desprendimiento de gas es poco intenso durante el vaciado y solidificación del lingote y está determinado por la cantidad de desoxidante agregado. El rechupe es menos marcado y depende del volumen de gases generados en el seno del lingote.

II.3.1.4. ACEROS CAPADOS (CAPPED STEELS)

El objeto de estos aceros es tener las características superficiales de los aceros vivos con una composición química y propiedades físicas más homogéneas que éstos. Son aceros con efervescencia franca y vigorosa, y después de un corto tiempo forman una "piel" con una concentración de elementos químicos muy inferior a la del corazón del lingote, momento en el cual se capan mecánica o químicamente para obtener las propiedades de homogeneidad química que se persiguen. En todo caso el gas atrapado durante la solidificación es en exceso del necesario para contrarrestar la concentración normal resultante al enfriarse y solidificarse el acero en el molde. La acción de capar el lingote limita el tiempo de evolución del gas y previene la formación de un número excesivo de sopladuras en el lingote.

La acción de capar el lingote puede ser:

a) Mecánica, mediante el uso de moldes cuello de botella y tapas pesadas.

b) Química, en este caso la solidificación se hace en moldes abiertos. La acción de capar se obtiene por acción de aluminio y/o ferrosilicio en la parte superior del lingote, lo que origina que esta parte solidifique rápidamente. Esta parte del lingote se desecha posteriormente.

II.3.2. CLASIFICACIÓN DEL ACERO SEGÚN SUS COMPUESTOS QUÍMICOS

Desde el punto de vista de su composición química los aceros se clasifican en dos grupos:

II.3.2.1. ACEROS AL CARBONO O ACEROS COMUNES

Se clasifican así los aceros cuando no está especificado o requerido un contenido mínimo de aluminio, boro, cromo, cobalto, columbio, molibdeno, níquel, titanio, tungsteno, vanadio o cualquier otro elemento que pudiera ser agregado para obtener algún efecto o propiedad específica en el acero. Son también aceros al carbono, cuando el mínimo de cobre especificado es menor del 0.40 % o cuando el máximo especificado de manganeso no excede de 1.65 % y de silicio 0.60%. Si bien en todos los aceros al carbono se encuentran pequeños porcentajes de varios de los elementos arriba descritos estos son residuales, provenientes de las materias primas y son inevitables; no se reportan en los análisis puesto que son incidentales.

II.3.2.2. ACEROS ESPECIALES O ACEROS DE ALEACIÓN

Se consideran aceros especiales o aleados aquellos en los cuales el contenido de los elementos químicos de aleación excede uno o más de los siguientes límites. Manganeso 1.65 %, silicio 0.60 %, cobre 0.60 % o aquellos en los cuales se especifica un rango definido, o una mínima cantidad

definida de los elementos siguientes: aluminio, boro, cromo hasta 3.39 %. Cobalto, columbio, molibdeno, níquel, titanio, tungsteno, vanadio, zirconio o cualquier otro elemento que se adicione para obtener un efecto deseado en las características del acero.

La presencia incidental de otros elementos pueden estar hasta en un máximo de 0.35% de cobre, 0.25% de níquel, 0.20 % de cromo y 0.060 % de molibdeno

II.3.3. EFECTOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACERO

Los elementos : carbón, manganeso, fósforo, azufre, silicio y cobre imparten propiedades particulares al acero ellos influyen tanto el método de fabricación como a las propiedades finales.

Para explicar el efecto que en las propiedades del acero producen las cantidades variables de los elementos básicos en el acero al carbono, a continuación se listan por orden de importancia.

De una manera general se puede decir que cuando la cantidad especificada de cualquier elemento se incrementa es necesario tener más amplias tolerancias de variación. Igualmente, cuando la cantidad de elementos presentes específicamente aumenta, son mayores las restricciones que limitan su fabricación y por lo tanto es más difícil la producción

II.3.3.1. CARBÓN

El carbón se segrega en el interior del lingote y, puesto que es este elemento el que influye principalmente en las propiedades del acero, su segregación tiene consecuencias mayores que la de los otros elementos.

La dureza del acero es impartida principalmente por el carbono; a mayor contenido de carbono mayor dureza. La resistencia a la tensión también crece hasta que el porcentaje de carbono alcanza aproximadamente 0.85%

La ductilidad y la facilidad de soldarse decrece a medida que el contenido de carbón aumenta. La calidad de la superficie en los aceros vivos se deteriora a medida que se incrementa el contenido de carbono.

II.3.3.2. MANGANESO

La tendencia a segregarse es menor que la del carbono y además produce una acción benéfica para la calidad de la superficie en todos los rangos de carbono y particularmente en los aceros con alto contenido de azufre. La sola excepción es la de los aceros muertos de bajo contenido de carbono.

El manganeso contribuye a la resistencia y dureza del acero; el incremento de estas propiedades es función inversa del contenido de carbono, o sea este incremento disminuye conforme aumenta el contenido de carbono. Este elemento produce también un incremento en el grado de penetración del carbono durante la carburación.

Aunque en una proporción menor que el carbono, la ductilidad y la facilidad de soldarse de un acero disminuye a medida que el contenido de manganeso aumenta.

II.3.3.3. FÓSFORO

Este elemento tiende a segregarse pero en menor proporción que el azufre y el carbono. En los procedimientos ácidos de aceración tanto en el Bessemer como en los hornos Siemens-Martin, no es posible reducirlo durante la refinación por lo cual se necesitan mayores límites de variación en su especificación.

Generalmente, al incrementar el contenido de fósforo se aumenta la resistencia y la dureza del acero, pero decrece la ductilidad; esto es particularmente cierto en los aceros de alto carbono que son templados, la presencia del fósforo mejora la resistencia a la corrosión atmosférica.

II.3.3.4. AZUFRE

De todos los elementos normalmente presentes en los aceros al carbono éste es el que tiene mayor tendencia a la segregación. Actúa disminuyendo la calidad de la superficie, en particular en los aceros de bajo carbón y bajo manganeso.

En general, un aumento del contenido de azufre da como efecto una disminución de la ductilidad, soldabilidad y tenacidad pero produce sólo un ligero efecto en las propiedades mecánicas, medidas en sentido

longitudinal así como en la dureza. A mayor contenido de azufre mejora notablemente la maquinabilidad y esta es la única razón para especificar contenidos de azufre en el acero.

II.3.3.5. SILICIO

Este elemento es uno de los principales desoxidantes empleados en la refinación del acero y por lo tanto la cantidad presente de este elemento en el análisis final, está relacionado con el tipo del acero. Su acción es menos efectiva que la del manganeso en lo que se refiere a la resistencia y dureza del acero. Tiene sólo una ligera tendencia a segregarse durante la solidificación del lingote. Su incremento disminuye la calidad de la superficie de los aceros de bajo contenido de carbono y esta condición es más pronunciada en los aceros de bajo carbono resultados.

II.3.3.6. COBRE

La tendencia del cobre a segregarse durante la solidificación es baja. Como este elemento no es eliminado por ninguna de las prácticas convencionales de fabricar acero, es muy difícil mantener su contenido dentro de un rango muy estrecho de valores máximos.

El cobre perjudica la calidad de superficie y amplifica los defectos de superficie inherentes a los aceros de alto contenido de azufre. En apreciables cantidades, también perjudica el trabajo en caliente del acero, pero si bien afecta la soldabilidad por forjado, no la modifica mediante el empleo de arco eléctrico u oxiacetileno.

Las pequeñas cantidades de cobre presentes en los aceros al carbón, no afectan de manera significativa sus propiedades mecánicas, sin embargo mejora la resistencia a la corrosión atmosférica cuando esta presente en proporciones mayores.

II.4. PROPIEDADES DEL ACERO

El acero como producto ya terminado tiene una serie de propiedades como: la elasticidad, ductilidad, tenacidad, entre otras. Estas propiedades son importantes por lo que hablaremos de ellas

II.4.1. ELASTICIDAD

El acero se acerca más en su comportamiento a las hipótesis de diseño que la mayoría de los materiales, gracias a que sigue la ley de Hooke hasta esfuerzos bastante altos.

II.4.2. DUCTILIDAD

La ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. Cuando se prueba a tensión un acero con bajo contenido de carbono, ocurre una reducción considerable de la sección transversal y un alargamiento en el punto de falla, antes de que se presente la fractura. Un material que no tenga esta propiedad probablemente será duro y frágil y se romperá al someterlo a un golpe repentino.

II.4.3. TENACIDAD

El acero tiene la propiedad de la tenacidad, es decir posee resistencia y ductilidad. Un miembro de acero cargado hasta que se presentan grandes deformaciones será aún capaz de resistir grandes fuerzas. Esta es una característica muy importante porque implica que los miembros de acero pueden someterse a grandes deformaciones durante su fabricación y montaje, sin fracturarse, siendo posible doblarlos, martillarlos, cortarlos y taladrarlos sin daño aparente. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad.

II.4.4. SOLDABILIDAD

Otra ventaja importante del acero es su gran facilidad para unir diversos miembros por medio de la soldadura.

II.4.5. DOBLADO

Esta es otra de las propiedades que encontramos en el acero de refuerzo; y es una actividad principal pues en las obras las varillas son dobladas para formar ganchos, columpios, estribos, anillos, etc.

Tanto la soldabilidad como el doblado son las propiedades más utilizadas en el acero de refuerzo en cualquier tipo de obra, para el doblado, en su mayoría, se utilizan diámetros pequeños, una de las recomendaciones que da el American Concrete Institute (ACI) es doblar el acero de refuerzo en frío, también se dan los diámetros mínimos de doblado al igual que en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal en sus Normas Técnicas Complementarias. En cuanto a soldadura, sólo las varillas de diámetros mayores a una pulgada se deben soldar.

III NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

III. NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

III.1. DEFINICIONES

A continuación se definen los términos de uso general en este capítulo. Las definiciones especializadas aparecen a lo largo del mismo.

-Norma.- la elaboración de un producto requiere que se cumplan ciertas reglas que garanticen su fabricación. En el caso del acero de refuerzo, el productor tendrá que cumplir con las especificaciones marcadas.

-Especificaciones.- todo producto debe cumplir con ciertas características para su elaboración, las cuales estarán dadas de acuerdo con el uso del mismo. Para las varillas corrugadas y lisas el diámetro, perímetro, largo, grado y elementos que las componen son algunos de los factores que se deben tomar en cuenta para su fabricación.

- Reglamento. -documento que contiene un conjunto de normas que son establecidas por autoridades competentes, mismas que deberán seguirse al pie de la letra para evitar incurrir en faltas al mismo.

III.2. IMPORTANCIA DE UN REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN

Para poder construir en cualquier parte del mundo es necesario consultar antes que nada los reglamentos que estén diseñados para el lugar. Ya que en esos documentos están los procedimientos, condiciones y lineamientos para poder llevar a cabo las obras de construcción.

Principalmente, deben contener normas que reglamenten la estabilidad, la belleza de la construcción y la salubridad. También debe condicionar a las personas que puedan ejecutar o dirigir una obra. así como sancionar las infracciones al mismo reglamento, de acuerdo con su gravedad, intención o reincidencia, tomando en cuenta su papel de protector de la sociedad, y siguiendo los lineamientos constitucionales.

Todo reglamento periódicamente debe ponerse al corriente a los avances tecnológicos, nuevos materiales y resistencia de los mismos, procesos

constructivos, diseño de estructuras etc. tomando en cuenta el lugar donde aplicará dicho reglamento.

III.2.1. REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN; FEDERALES, ESTATALES Y MUNICIPALES

Para la República Mexicana existen dependiendo del lugar reglamentos federales, estatales y municipales. Esto es porque nuestra república esta dividida en estados y los estados en municipios además de que cada estado de la república es diferente en suelo y clima principalmente. Así que no es lo mismo construir en un lugar donde impere el viento como en un lugar sísmico además de los diferentes tipos de suelo con los que contamos.

Por eso antes de construir es importante consultar los diferentes reglamentos si es que existe más de uno, o de no existir en el lugar, principalmente esto se da en los municipios ver con que reglamento se construye, que generalmente hablando de estos últimos es el del estado el que predomina.

Para el Distrito Federal el reglamento de construcción vigente se publica en el diario oficial y la última modificación se hizo el 4 de junio de 1997. Este reglamento es aprobado por la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, ejerciendo la facultad que le confiere el art. 73 fracc. VI base tercera inciso A) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal mencionaré algunos de los artículos y fracciones que se aplican para este capítulo.

Art. 1.- Es de orden público e interés social el cumplimiento y observancia de las disposiciones de este reglamento, de sus normas técnicas complementarias y de las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables en materia de desarrollo urbano, planificación, seguridad, estabilidad e higiene, así como las limitaciones y modificaciones que se impongan al uso de los terrenos o de las edificaciones de propiedad pública o privada, en los programas parciales y las declaratorias correspondientes.

Las obras de construcción, instalación, modificación ampliación, reparación y demolición así como el uso de las edificaciones y los usos, destinos y reservas de los predios del territorio del Distrito Federal se sujetarán a las disposiciones de la Ley del Desarrollo Urbano del Distrito Federal, de este reglamento y demás disposiciones aplicables

Art. 2.- Para los efectos del presente reglamento se entenderá por:

I.-Gobierno, al Gobierno del Distrito Federal.

II.- Ley, a la Ley del Desarrollo Urbano del Distrito Federal.

III.- Ley Orgánica, a la Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal.

IV.- Reglamento, al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

IX.- Comisión, a la Comisión de Admisión de Directores Responsables de Obra y corresponsables

X.- Asamblea, a la Asamblea de Representantes del Distrito Federal.

XI.- Ley Orgánica de la Asamblea, a la Ley orgánica de la Asamblea de Representantes del D.F. y

XII.- Normas, a las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el D.F.

Art.- 3 De conformidad con lo dispuesto por la Ley y por la Ley Orgánica, la aplicación y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones de este Reglamento corresponderá al Departamento, para lo cual tendrá las siguientes facultades.

I.- Fijar los requisitos técnicos a que deberán sujetarse las construcciones e instalaciones en predios y vías públicas, a fin que satisfagan las condiciones de habitabilidad, seguridad, higiene, comodidad y buen aspecto.

IV.- Otorgar o negar licencias y permisos para la ejecución de las obras y el uso de edificaciones y predios a que se refiere el art. 1 de este Reglamento.

VII.- Practicar inspecciones para verificar que el uso que se haga de un predio, estructura, instalación, edificación o construcción se ajuste a las características previamente registradas.

XI.- Ejecutar con cargo a los responsables, las obras que hubiere ordenado realizar y que los propietarios, en rebeldía, no las hayan llevado a cabo.

XII.- Ordenar la suspensión temporal o la clausura de obras en ejecución o terminadas y la desocupación en los casos previstos por la Ley y este Reglamento.

XIII. -Ordenar y ejecutar demoliciones de edificaciones en los casos previstos por este Reglamento.

XIV.- Imponer las sanciones correspondientes por violaciones a este Reglamento.

XV.- Expedir y modificar, cuando lo considere necesario, las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento, los acuerdos, instructivos, circulares y demás disposiciones administrativas que procedan para el debido cumplimiento del presente ordenamiento.

XVII.- Las demás que le confieren a este Reglamento y las disposiciones legales aplicables.

Art. 4 .- El Departamento, para el estudio y propuesta de reformas al presente Reglamento, podrá integrar una Comisión, cuyos miembros designará el Jefe del propio Departamento.

La Comisión podrá ampliarse con representantes de asociaciones profesionales y otros organismos e instituciones que el Departamento considere oportuno invitar. en este caso, el Departamento contará con igual número de representantes.

Art. 255.- Los materiales empleados en la construcción deberán cumplir con las siguientes disposiciones.

I.- La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, serán las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados, y deberán satisfacer las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento y las Normas de calidad establecidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Con base al art. 255 fracc. I. se hará un estudio más profundo con relación al acero de refuerzo, ya que además de las Normas Técnicas Complementarias existen las Normas Oficiales Mexicanas de SECOFI las cuales nos hablan acerca de la producción de varillas corrugadas y lisas de acero que se utilizan como refuerzo en estructuras de concreto.

III.2.2. OTROS REGLAMENTOS

Existen otras instituciones como el ACI (American Concrete Institute), la ASTM (American Society for Testing and Materials), que elaboran reglamentos y normas. El ACI tiene un carácter legal, por lo que se puede adoptar como referencia en un reglamento general de construcciones . Por otro lado la ASTM se da como referencia para la formación de las Normas Oficiales Mexicanas.

III.2.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, es la encargada de realizar las Normas Oficiales Mexicanas con las cuales se elaboran todos los productos que se consumen en el país.

Existen dos tipos de normas:

- a) Las que son de carácter obligatorio (NOM).
- b) Las que son de carácter de observancia (NMX).

En el caso de las normas para las varillas corrugadas y lisas de acero para refuerzo de concreto, pertenecen a las de carácter obligatorio (NOM).

Para la elaboración de dichas normas, se cuenta con el apoyo de diferentes instituciones así como empresas privadas y públicas. Por ejemplo, para la realización de la norma NOM-B-457-1988, "varillas corrugadas de acero de baja aleación procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto", algunas de las empresas (privadas y públicas) como instituciones que participaron son:

- Altos Hornos de México, S.A.
- Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
- Corrugados y Perfiles Comerciales, S.A.
- HYLSA S.A.,
- Comisión Federal de Electricidad
- Departamento del Distrito Federal
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes
- Secretaría de Marina
- Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del IPN
- Instituto de Física de la UNAM
- Instituto de Ingeniería de la UNAM
- Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas

Otra fuente de información para realizar las Normas Oficiales Mexicanas son las especificaciones de la ASTM, así como Normas Oficiales Mexicanas anteriores a la que se está elaborando.

La forma de fabricar el acero depende del grado que se requiera y de su procedencia (lingote o palanquilla, riel y eje), así como de los elementos que la contengan. Lo que significa que las varillas podrán ser soldadas con una mayor facilidad cuando esto se necesite Las normas existentes para ello son:

NOM-B-6-1988. Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.

NOM-B-18-1988 Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de riel para refuerzo de concreto.

NOM-B-32-1988. Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de eje, para refuerzo de concreto.

NOM-B-72-1986. Alambre corrugado de acero laminado en frío para refuerzo de concreto.

NOM-B-253-1988. alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto.

NOM-B-294-1986. Varillas corrugadas de acero torcidas en frío , procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.

NOM-B-457-1988. Varillas corrugadas de acero de baja aleación procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.

A continuación se describe el contenido de la norma NOM-B-6-1988, como referencia, para ver los puntos que la integran:

NOM-B-6-1988
NORMA OFICIAL MEXICANA
VARILLAS CORRUGADAS Y LISAS DE ACERO
PROCEDENTES DE LINGOTE O PALANQUILLA
PARA REFUERZO DE CONCRETO

1.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta norma oficial mexicana establece los requisitos que deben cumplir las varillas corrugadas y lisas de acero, de los grados 30 y 42, para refuerzo de concreto, procedentes de lingote o palanquilla de coladas identificadas.

1.2. Las varillas lisas con diámetro hasta 31.8 mm. en tramos cortados o en rollos, cuando se especifiquen para juntas de traslape, espirales y estribos o apoyos, deben fabricarse bajo esta norma en los grados 30 y 42.

1.3 La soldabilidad del acero no forma parte de esta norma.

1 4. Se incluyen requisitos suplementarios, los cuales deben especificarse cuando se requieran propiedades mecánicas restringidas.

2.- REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

NOM-B-1 Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones.

NOM-B-113 Prueba de doblado para productos de acero.

NOM-B-172 Métodos de prueba mecánicos para productos de acero.

NOM-B-434 Método de prueba para determinar el peso unitario y el área transversal de las varillas lisas y corrugadas para refuerzo de concreto.

3.- DEFINICIONES

3.1. Varilla corrugada

Varilla de acero que ha sido especialmente fabricada para usarse como refuerzo de concreto. La superficie de la varilla está provista de rebordes o salientes llamados "corrugaciones", los cuales inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

3.2. Varilla lisa

Varilla de acero desprovista de rebordes o salientes , o que teniéndolos no cumple con las especificaciones de corrugación.

4.- CLASIFICACION Y DESIGNACION

4.1. Clasificación

Las varillas objeto de esta norma, se clasifican conforme a su límite de fluencia mínimo, en dos grados.

Grado	Límite de fluencia mínimo en N/mm (kgf/mm)
30	294 (30)
42	412 (42)

4.2. Designación

En la designación de las varillas deben indicarse, como mínimo los siguientes datos para describirlas adecuadamente.

- a) cantidad (en kilogramos o metros).
- b) número y nombre de esta norma.
- c) número de designación (véase tabla a).
- d) corrugadas o lisas.
- e) grado.
- f) rollo, recta o doblada.
- g) requisitos suplementarios, si se requieren, por acuerdo previo entre fabricante y comprador (véase 6).

5.- ESPECIFICACIONES

5.1. Obtención del acero

El acero para la fabricación de las varillas debe obtenerse por uno de los siguientes procesos: horno de hogar abierto, convertidor básico al oxígeno u horno de arco eléctrico.

5.1.1. Material

Las varillas deben laminarse a partir de lingotes o palanquillas procedentes de coladas idénticas.

5.2. Composición química.

5.2.1. Análisis de la colada

5.2.1.1. En el análisis de la colada, el contenido de fósforo en el acero no debe exceder de 0.05 %.

5.2.2. Análisis del producto.

5.2.2.1. En el análisis del producto, el contenido de fósforo en el acero no debe exceder de 0.0625 %.

5.3. Dimensiones y tolerancias.

En la tabla uno se establece el diámetro, el área de la sección transversal, la masa y el perímetro correspondiente a cada uno de los números de designación de las varillas.

5.3.1. Corrugaciones

Las corrugaciones deben estar distribuidas uniformemente en la varilla. Las corrugaciones en el lado opuesto de la varilla deben ser similares en tamaño y forma.

Las corrugaciones deben estar corrugadas de manera que formen un ángulo no menor de 45 grados. con respecto al eje de la varilla.

Los requisitos de corrugación para varillas corrugadas no son aplicables a las lisas.

TABLA 1 - Números de designación, masa y dimensiones nominales y requisitos de corrugación para las varillas de refuerzo de concreto (a)

Número de designación (b)	Masa (c) nominal, en kg/m.	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro en mm.	Área de la sección transversal en mm	Perímetro en mm.	Espaciamiento máximo, promedio, en mm	Altura mínima promedio, en mm	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda) en mm
2	0.248	6.4	32	20.0	4.5.	0.2	2.4
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.0
3	0.560	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.6
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	4.9
5	1.552	15.9	198	50.0	11.1	0.7	6.1
6	2.235	19	285	60.0	13.3	1.0	7.3
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.5
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	9.7
9	5.033	28.6	642	89.8	20.0	1.4	10.9
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.2
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.1
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	14.6

a) El diámetro nominal de una varilla corrugada es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma masa nominal que la varilla corrugada

b) El número de designación de las varillas corrugadas corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal

c) El término masa en esta norma ha sustituido al término peso, usado erróneamente para representar la cantidad de materia que contienen los cuerpos (expresada en kilogramos, gramos, toneladas, etc)

5.3.2. Espaciamiento

El espaciamiento medio o la distancia entre corrugaciones sobre cada lado de la varilla, no debe exceder de siete décimos de su diámetro normal.

La longitud total de las corrugaciones debe ser tal, que la separación entre los extremos de las mismas, sobre lados opuestos de la varilla, no sea mayor de 12.5% de su perímetro nominal. cuando los extremos terminen en una costilla longitudinal, el ancho de la costilla deberá considerarse como tal separación.

Cuando existan más de dos costillas longitudinales, el ancho total no debe exceder del 25% del perímetro nominal de la varilla. Este perímetro debe ser 3.14 veces el diámetro nominal.

El espaciamiento, la altura y separación de las corrugaciones deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 1.

5.3.3. Tolerancias en masa.

Las tolerancias en masa de las varillas individuales en menos, no deben exceder del 6% de la masa nominal. En ningún caso debe ser causa de rechazo el exceso de masa de cualquier varilla.

5.4. Requisitos mecánicos.

5.4.1. Propiedades a la tensión.

La varilla debe cumplir con los requisitos de tensión especificados en la tabla 2. Los métodos de prueba se indican en el inciso 8.2.

TABLA 2.- Requisitos de tensión

	Grado 30	Grado 42
Resistencia a la tensión mínima, en N/mm (kgf/mm)	490 (50)	617 (63)
Límite de fluencia mínimo, en N/mm (kgf/mm).	294 (30)	412 (42)
Alargamiento mínimo en 200 mm, en %		
Varilla número		
2, 2.5 y 3	11	9
4, 5 y 6	11	9
7	11	8
8	10	8
9	9	7
10	8	7
11 y 12	7	7

5.4.2. Requisitos de doblado.

Las probetas deben doblarse alrededor de un mandril sin agrietarse en la parte exterior de la zona doblada. La prueba debe realizarse a temperatura ambiente y en ningún caso a menos de 16 grados centígrados. Los requisitos que deben cumplirse para el ángulo de doblado y el diámetro del mandril se especifican en la tabla 3.

Tabla 3 .-Requisitos de doblado

Número de designación	Diámetro del mandril para pruebas de doblado a 180 grados	
	Grado 30	Grado 42
2, 2.5 , 3, 4 y 5.	3 ½ d	3 ½ d
6, 7 y 8	5 d	5 d
9 y 10	5 d	7 d
11 y 12	5 d	8 d

Nota.- d = diámetro nominal de la probeta.

5.4.3. Varillas lisas.

Para la prueba de doblado en varillas lisas, deben aplicarse los requisitos establecidos para el calibre menor, más cercano, de la varilla corrugada.

5.5. Acabado

5.5.1. Las varillas deben ser libres de imperfecciones que afecten su uso.

5.5.2. Escamas, irregularidades o corrosión superficiales, no deben ser causa de rechazo siempre y cuando desaparezcan mediante la limpieza manual con un cepillo de alambre y la probeta así cepillada, cumpla con los requisitos dimensionales y mecánicos especificados.

5.5.3. Imperfecciones superficiales diferentes a la especificadas en el 5.5.2., deben considerarse perjudiciales, cuando las contiene la probeta, y esta no cumpla con los requisitos de tensión o de doblado.

6. Requisitos suplementarios.

6.1. El siguiente requisito es opcional, y sólo debe aplicarse cuando se acuerde previamente entre fabricante y comprador, y se especifique en la orden de compra.

6.1.1. Requisitos de tensión.

Las varillas deben cumplir con los requisitos de tensión indicados en la tabla 4.

Tabla 4.- Requisitos de tensión (A)

	Grado 30	Grado 42
Resistencia a la tensión, mínima en N/mm ² (kgf/mm ²).	490 (50)	550 (56)
Límite de fluencia, mínimo, en N/mm ² (kgf/mm ²)	294 (30)	415 (42)
Límite de fluencia, máximo en N/mm ² (kgf/mm ²)	422 (43)	540 (55)
Alargamiento en 200 mm, mínimo en %, varilla número:		
2, 2.5 y 3	11	9
4, 5 y 6	11	9
7	11	8
8	10	8
9	9	7
10	8	7
11 y 12	7	7

Nota.- (A) La relación entre la resistencia a la tensión y el límite de fluencia real no debe ser menor de 1.25.

7. Muestreo

7.1. El término lote se refiere a todas las varillas de la misma masa unitaria nominal que corresponden a un orden de embarque.

7.2. Análisis químico.

7.2.1. Análisis de colada.

Debe efectuarse un análisis de colada del acero en muestras tomadas, de preferencia, durante el vaciado.

7.2.2. Análisis de producto.

7.2.2. Análisis de producto.

Este análisis debe efectuarse en varillas que representen cada colada de acero.

7.3. Pruebas mecánicas.

7.3.1. Debe efectuarse una prueba de tensión y una de doblado por cada tamaño de varilla proveniente de una colada.

7.3.2. Repetición de pruebas.

7.3.2.1. Debe permitirse repetir la prueba, si cualquier probeta utilizada en las pruebas de tensión presenta valores menores a los especificados y además, si una parte de la fractura se presente fuera del tercio medio de la longitud calibrada, lo cual se indica por las marcas en la probeta, antes de la prueba.

7.3.2.2. Si los resultados de la prueba de tensión no cumplen con los requisitos mínimos especificados y no difieren en más de 14 N/mm (1.4 kgf/mm²) de la resistencia a la tensión requerida, y no difiere en más de 7 N/mm² (0.7 kgf/mm²) del límite de fluencia requerido, o no difiere del alargamiento requerido en más de 2 unidades porcentuales de los valores indicados en la tabla 2, se permite repetir la prueba en dos probetas tomadas al azar del lote que no haya cumplido. Si los resultados de esta repetición de pruebas cumplen con lo indicado, debe aceptarse el lote.

7.3.2.3 Si una prueba de doblado no cumple con los requisitos establecidos por razones que no sean causas mecánicas o defectos de la probeta, como se indica en 7.3.2.4., se permite repetir la prueba en dos probetas tomadas al azar del mismo lote. Debe aceptarse el lote si los resultados obtenidos en estas dos probetas cumplen con lo especificado.

Las repeticiones de prueba deben realizarse a temperatura ambiente, pero no a menos de 16 grados centígrados

7.3.2.4 Si cualquier probeta no cumple con los requisitos especificados debido a fallas mecánicas, tales como probetas en el equipo de prueba, preparación inadecuada o presenta defecto, debe descartarse y sustituirse por otra del mismo tamaño y de la misma colada.

7.4. Dimensiones

7.4.1 Para requisitos de corrugación

Para que las determinaciones de las características dimensionales de las muestras sean representativas, las mediciones deben efectuarse en puntos seleccionados sobre una varilla por cada diez toneladas o fracción, contenidas en un lote.

8 Métodos de prueba

8.1 Composición química.

Los métodos que deben emplearse para determinar la composición química se indican en la NOM-B-1

8.2 Pruebas mecánicas.

8.2.1. Probetas.

8.2.1.1. Las probetas para la prueba de tensión, deben ser de la sección completa del material, en su condición de laminado en caliente. Los resultados obtenidos deben compararse con los valores de la tabla 2 ó 4. La longitud calibrada de la probeta debe ser de 200 mm.

Las determinaciones de los esfuerzos unitarios de las probetas deben basarse en las áreas de las secciones transversales nominales de la varilla, indicadas en la tabla 1.

8.2.1.2. Las probetas de doblado deben ser de sección completa en su condición de laminado en caliente.

8.2.2. Pruebas de tensión.

8.2.2.1. Limite de fluencia.

El límite de fluencia o resistencia de fluencia debe determinarse por uno de los siguientes métodos:

8.2.2.2. Método de la caída de la viga o determinación de la aguja indicadora de la máquina de prueba.

8.2.2.3. Cuando el acero no tenga límite de fluencia definido, la fluencia convencional debe determinarse con base en el alargamiento bajo carga, usando un diagrama esfuerzo-deformación unitaria o un extensómetro. El alargamiento bajo carga debe ser de 0.5% para ambos grados.

8.2.2.4. Podrá usarse cualquier velocidad de prueba que sea conveniente hasta la mitad del esfuerzo de fluencia especificado, después la velocidad de separación de los cabezales se ajusta de manera que no exceda de 13 mm/min. Se mantiene esta velocidad mientras la probeta fluya. Al determinar la resistencia a la tensión, la separación de los cabezales no debe exceder de 102 mm/min. En todos los casos la velocidad mínima de la prueba no debe ser menor de 1/10 de la máxima velocidad especificada para determinar la resistencia de fluencia y de tensión.

8.2.3. Prueba de doblado.

Esta prueba debe efectuarse conforme a lo indicado en la NOM-B-113 empleando probetas de suficiente longitud para asegurar un doblado libre; el dispositivo para la prueba debe cumplir con lo siguiente:

- a) Una aplicación continua y uniforme de la fuerza durante toda la operación de doblado.
- b) Movimiento sin restricción de la probeta en los puntos de contacto con el dispositivo de doblado, alrededor de un mandril con rotación libre.
- c) La probeta debe estar en contacto con el mandril durante toda la operación de doblado.

8.3. Determinación de las corrugaciones.

8.3.1. Aparatos y equipo.

- a) Flexómetro, con aproximación de 1 mm.
- b) Vernier, con aproximación de 0.1 mm.

8.3.2. Procedimiento.

8.3.2.1. Espaciamiento.

El espaciamiento medio de las corrugaciones transversales debe determinarse dividiendo una longitud medida en la probeta entre el número de corrugaciones individuales y fracciones de corrugaciones en cualquier lado de la probeta.

La medición del espaciamiento debe efectuarse sobre una zona de las varillas que no contenga marcas, símbolos, letras o números.

La uniformidad de la separación entre las corrugaciones transversales de un lado de las varillas debe considerarse en corrugaciones de la misma dirección. En el caso de varillas con corrugaciones transversales en dos direcciones en el mismo lado de la varilla, el espaciamiento promedio o la distancia entre corrugaciones transversales debe calcularse dividiendo una longitud medida de la probeta entre el número de corrugaciones que existan en ese lado de la probeta y en esa longitud, independientemente de su dirección.

8.3.2.2. Longitud media en la probeta.

La longitud media en la probeta debe considerarse como la distancia desde un punto sobre una corrugación a otro punto correspondiente a otra corrugación , en el mismo lado de la varilla.

8.3.2.3 Altura

La altura media de las corrugaciones debe determinarse a partir de mediciones realizadas en no menos de dos corrugaciones típicas; las determinaciones deben basarse en tres mediciones por corrugación, una en el centro de la longitud total y las otras dos en puntos a la cuarta parte de la longitud total.

9 Marcado y embalaje

9.1 Marcado

9.1.1. El marcado de las varillas puede hacerse conforme a lo indicado en 9.1.2. ó 9.1.3., deben separarse adecuadamente y etiquetarse con el número de identificación de colada o de prueba.

9.1.2. Las varillas corrugadas suministradas conforme a esta norma deben identificarse con números, letras y/o símbolos realizados que indiquen los siguientes datos:

- a) Correspondencia con esta norma, con la letra "N". Cuando la varilla cumpla con el requisito suplementario indicado en "b" debe marcarse con la letra "L", que también implica la correspondencia con esta norma.
- b) Marca del fabricante (letra o símbolo).
- c) Número correspondiente a la designación de la varilla según tabla 1.
- d) Número que indique el grado de varilla (30 ó 42).

Nota: Las varillas lisas no requieren el marcado.

9.1. Como opción, las varillas pueden marcarse por medio de corrugas (véase figura 1) que significan las dotas indicados en el inciso 9.1.2.; excepto que la marca del fabricante siempre debe marcarse con letra.

Las empresas que opten por este sistema de marcado deben registrar ante la Dirección General de Normas la letra que las identifique.

Díámetro mm.	Identificación por número de corrugas
6 4 (1/4")	1
7.9 (5/16")	2
9.5 (3/8")	3
12.7 (1/2")	4
15.9(5/8")	5
19.0 (3/4)	6
22 2 (7/8)	7
25 4 (1")	8
28 6 (9/8)	9
31.8 (10/8")	10
38 1 (12/8")	12

LADO "A"



sobre esta corruga debe colocarse la letra que identifique al fabricante (letra asignada por la D G N.)

LADO "B"



Identificación del diámetro de la vanilla

Grado del acero

4 corrugas = grado 42

3 corrugas = grado 30

La lectura se inicia después de dos marcas o líneas gruesas que sirven como referencia. En seguida se tendrá el número de corrugas como identificación de la vanilla conforme a la tabla y después habrá una marca o línea gruesa que sirve como separación de lectura. En seguida se tendrán 4 ó 3 corrugas con una línea gruesa al final, que significa el grado 42 o 30, que fija la norma "NOM-B-6"

Como correspondencia a la NOM-B-6 y proceder de palanquilla, se tendrán 3 marcas o líneas gruesas, además de la letra que asigne la D. G. N.

9.2. Embalaje

El tipo de embalaje debe acordarse entre el fabricante y comprador pudiendo emplearse para este caso, la especificación indicada en el apéndice A1.

10 Inspección

El inspector que representa al comprador debe tener libre acceso, mientras se procesa el material objeto del contrato, a todas las partes de la fábrica relacionadas con la fabricación del material ordenado. El fabricante debe proporcionar al inspector, sin cargo alguno, todas las facilidades razonables para que se cerciore de que el material se suministra conforme a esta norma. A menos que se especifique otra cosa, todas las pruebas e inspección (excepto el análisis de producto), deben efectuarse en la fábrica antes del embarque y llevarse a cabo de manera tal que no interfieran con el trabajo de la planta.

11 Criterio de aceptación

A menos que se especifique de otra manera cualquier rechazo basado en pruebas efectuadas conforme a lo indicado en 5.2.2., deben informarse al fabricante dentro de los 60 días hábiles siguientes al recibo de las muestras por el comprador.

El material que muestre defectos perjudiciales posteriores a su aceptación en la fábrica, debe rechazarse y notificarse al fabricante de dicho rechazo.

Las muestras analizadas conforme a lo indicado a lo indicado en 5.2.2. que representen material de rechazo deben conservarse durante tres semanas a partir de la fecha en que se notifique al fabricante del rechazo. En caso de desacuerdo con los resultados de las pruebas, el fabricante puede apelar dentro de este lapso.

Para rechazar un lote por no cumplir con los requisitos en las corrugaciones tales como altura, longitud y espaciamiento, deben demostrarse claramente, por determinaciones en el lote, que no se cumple con los requisitos mínimos especificados en el inciso 5.3.1.

No debe efectuarse ningún rechazo sobre la base de mediciones efectuadas en menos de diez corrugaciones adyacentes sobre cada cara de la varilla bajo prueba.

Apéndice:

A.1. Hasta que se elabore la Norma Oficial Mexicana correspondiente, debe consultarse en forma supletoria la especificación siguiente:

A.1.1 ASTM-A-700 "Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment"

A.2. Este apéndice no forma parte de la norma, se indica sólo con fines de información para el usuario.

Soldabilidad

Para soldar este tipo de varilla se recomienda aplicar el código AWS D.1.4." Structural Welding Code Reinforcing Steel".

12 Bibliografía

- NOM-B-6-1983 Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto.
- ASTM-A-615-85 Deformed and plain billet-steel bars for concrete reinforcement.

13 Concordancia con Normas Internacionales

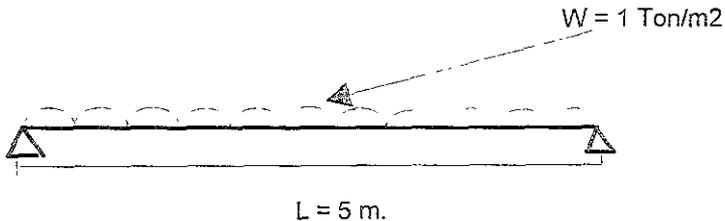
No puede establecerse concordancia por no existir referencias al momento de elaborar la presente.

Observancia Obligatoria de esta Norma.

De conformidad con el artículo 61 fracción VII de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la presente norma es de carácter obligatorio y empezará a regir a partir de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

III.3 USOS Y APLICACIONES

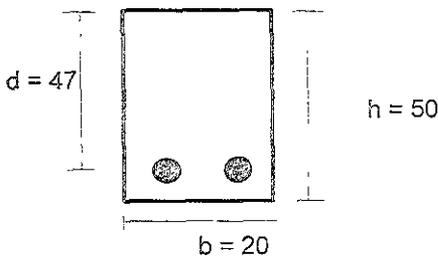
Para dar un ejemplo del uso del acero en las estructuras de concreto, así como la aplicación del Reglamento de Construcción, las Normas Técnicas Complementarias y las Normas Oficiales Mexicanas, se tomará una viga simplemente apoyada. Esta viga está en el grupo B y no está a la interperie, tiene una carga uniformemente distribuida y se calculará la cantidad de acero que debe tener:



Para proponer el tamaño de la sección:

$$h = L / 10 = 5 / 10 = 0.5 \text{ m.} = 50 \text{ cm.}$$

$$b = h / 2.5 = 50 / 2.5 = 20 \text{ cm.}$$



donde .

h = peralte

b = base

d = distancia efectiva

$$A_s \text{ min} = \frac{0.7 \sqrt{f_c}}{4200} \quad b d$$

$$M_a = W * L^2 / 8 = (1) (5)^2 / 8 = 3.13 \text{ T-m}$$

por lo tanto:

$$A_s \text{ min} = \frac{0.7 \sqrt{200}}{4200} \quad (20) (47) = 2.22 \text{ cm}^2$$

Para esta área de acero con 2 varillas del número 4 se cubre, ya que el área de la varilla del no. 4 es de:

varilla no.	diámetro (mm)	diámetro (cm)	área (cm ²)
4	12.7	1.27	1.27

por lo tanto: $A = 1.27 * 2 = 2.54 \text{ cm}^2$

$$A_{smin} = 2.22 \text{ cm}^2$$

Aplicando el Reglamento para revisar el M_r contra el M_a tenemos:

Del reglamento (2.1)

$$M_r = F_r A_s f_y d (1 - 0.5 q)$$

$$q = p f_y / f'_c = 0.0024 * 4200 / 170 = 0.059$$

$$p = A_s / A_c = 2.22 / 940 = 0.0024$$

$$f'_c = 0.85 f'_c = 0.85 * 200 = 170 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_r = 0.9$$

Por lo tanto:

$$M_r = (0.9) (2.22) (4200) (47) (1 - (0.5)(0.059))$$

$$M_r = 382770.24 \text{ kg-cm} = 3.83 \text{ T-m}$$

Por lo que : $M_r > M_a$

REFUERZO POR TEMPERATURA:

$$A_{st} = b * d * 0.0020$$

$$A_{st} = 20 * 47 * 0.002 = 1.88 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto con 2 varillas del no. 4 se cubre una área de 2.54 cm²

varilla no.	diámetro (mm)	diámetro (cm)	área (cm ²)
4	12.7	1.27	1.27

IV PRUEBAS DE CALIDAD

IV PRUEBAS DE CALIDAD

IV. 1. OBJETIVOS DE LAS PRUEBAS DE CALIDAD

Las pruebas de calidad que se realizan a las varillas de acero son necesarias. La importancia de contar con los resultados y tener los niveles de calidad del producto terminado nos da la seguridad de que éste se está utilizando bajo las normas de calidad que especifica el fabricante.

Existen varias pruebas de calidad que se le aplican al producto terminado, entre las cuales podemos mencionar : pruebas físicas y pruebas mecánicas. Las pruebas físicas consisten en conocer las dimensiones de la varilla (área, perímetro, diámetro, distancia entre las corrugaciones y altura) y su masa. En las pruebas mecánicas se realiza la prueba de doblado, y de tensión, estas pruebas nos determinan los parámetros de la varilla en cuanto a su limite elástico así como su limite de fluencia, además de su alargamiento, hasta que la varilla falla. Se realiza también otra prueba que nos permite conocer su composición química tanto de la colada así como del producto terminado.

IV.2. PRUEBAS FÍSICAS

Para las pruebas físicas nos basamos principalmente en lo que se indica en la Norma NOM-B-6 en la parte de las especificaciones, así como en las siguiente norma: NOM-B-434 Método de prueba para determinar el peso unitario y el área transversal de las varillas lisas y corrugadas para refuerzo de concreto.

La norma NOM-B-6, nos indica las dimensiones que deben tener las varillas según su designación, por lo que se realizó una prueba a una varilla para determinar sus características físicas, así como la verificación en las dimensiones de sus corrugaciones, también se obtendrá su masa para saber el peso por metro, esto es lo más común que piden las empresas cuando se mandan realizar pruebas de calidad.

La varilla que se utilizó en esta prueba fue de $\frac{1}{2}$ " ϕ a la cual le corresponde un número de designación según la norma del No. 4. Los pasos se desarrollan a continuación.

IV. 2. 1. PRUEBA PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO Y ÁREA TRANSVERSAL DE LAS VARILLAS LISAS Y CORRUGADAS.

Uno de los puntos fundamentales es saber el peso de las varillas ya que con este se pueden realizar cálculos para determinar las cargas muertas de una estructura así como el costo que tendrá, ya que se puede realizar la cuantificación del acero que se va a emplear, por lo que es importante saber el peso que se tiene por metro.

Aplicando la norma NOM-B-434, la cual nos da el procedimiento para determinar el peso por metro lineal y el área transversal de la varillas, esta norma aplica tanto a varillas lisas como corrugadas, y se desarrolla de la siguiente forma:

Aparatos y equipo:

Se debe emplear una balanza con una capacidad mínima de 10 kg. y con una sensibilidad de cuando menos 1 g. La balanza debe tener una construcción tal que permita el pesar tramos de 0.5 a 1 metro de varilla lisa o corrugada.

Se debe emplear un flexómetro con divisiones de cuando menos 1 mm. y con una longitud máxima de 2 metros.

Preparación de la muestra:

Las varillas deben estar en tramos rectos.

El espécimen de prueba se debe obtener de cualquier tramo que sea sensiblemente recto y que por su aspecto sea representativo del material que se va a probar.

El espécimen de prueba con una longitud de 0.5 a 1 m., se debe obtener practicando dos cortes perpendiculares al eje de la varilla. Los cortes deben efectuarse de tal manera que al medir la longitud del espécimen entre distintos puntos de la sección de corte, no se encuentren diferencias mayores de 1 mm.

Procedimiento.

El espécimen de prueba se limpia con un trapo humedecido con gasolina, se le mide su longitud en mm., esta medición se efectúa en tres sitios cuando menos

entre las secciones de corte de la varilla y se anotan los resultados obtenidos, los cuales no deben diferir entre sí más de 1 mm.

Se coloca el espécimen en la balanza y se registra su peso en gramos.

Cálculos y Resultados:

El peso unitario o peso por metro de las varillas probadas, se calcula como sigue:

$$\text{Peso en kg/m de la varilla} = \frac{\text{Peso del espécimen de prueba en gramos}}{\text{Longitud promedio del espécimen en mm.}}$$

El área transversal del espécimen de prueba se calcula como sigue:

$$\text{Área transversal de la varilla en cm}^2 = \frac{\text{Peso de la varilla en kg/m}}{0.784}$$

En el caso de varillas lisas con sección prácticamente circular, el área se puede calcular a partir de la medición directa del diámetro en 3 sitios cuando menos, usando un instrumento que permita lecturas de 0.01 mm.

El peso en kg/m de la varilla se debe reportar con tres cifras decimales, y el área en cm² de la sección transversal se debe reportar con dos cifras decimales.

Datos de la prueba realizada:

Longitud promedio = 601mm.

Peso del espécimen = 600 g.

Por lo tanto tenemos que el peso unitario es el siguiente:

$$\text{Peso} = \frac{0.600 \text{ kg.}}{0.601 \text{ cm.}} = \text{Peso} = 0.998 \text{ kg/cm}$$

Área transversal:

$$\text{Área} = \frac{0.998}{0.784} = \text{Área} = 1.273 \text{ cm}^2$$

IV. 2. 2. ESPECIFICACIONES PARA LAS LAS CORRUGACIONES.

Las corrugaciones en las varillas de acero tienen una gran importancia ya que la estructura que forma en conjunto con el concreto, impide que la varilla se deslice fácilmente y tener una mayor adherencia, por lo que es importante que estas corrugaciones tengan las dimensiones que se especifican en la norma.

La norma NOM-B-6 nos da estas especificaciones, en donde se verifica la altura de las corrugaciones, distancia máxima entre ellas, así como el esparcimiento que deben tener.

En la prueba realizada se efectuaron estas medidas para verificar si las corrugaciones del espécimen eran las correctas. Los siguientes valores son los que marca la norma NOM-B-6 y corresponden a una varilla de $1/2'' \phi$, y son con los que vamos a comparar los resultados obtenidos para ver si satisfacen los requerimientos de la norma

Número de designación	Espacimiento máximo, promedio en mm.	Altura mínima promedio en mm.	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda) en mm.
4	8.9	0.5	4.9

Para el desarrollo de esta prueba se realizan los siguientes pasos:

Aparatos y equipo

- a) Flexómetro, con aproximación de 1 mm.
- b) Vernier, con aproximación de 0.1 mm.

Procedimiento

Altura

La altura media de las corrugaciones debe determinarse a partir de mediciones realizadas en no menos de dos corrugaciones, estas deben realizarse en tres mediciones por corrugación, dos a la cuarta parte de la longitud total y la otra al centro de la longitud total.

primera lectura a una cuarta parte = 0.5 mm.
segunda lectura al centro = 0.8 mm.
tercera lectura a una cuarta parte = 0.4 mm.

promedio = 0.56 mm.

La norma marca 0.5 como mínimo por lo que el resultado es correcto.

Espaciamiento

El espaciamiento medio de las corrugaciones transversales debe determinarse dividiendo una longitud medida en el espécimen entre el número de corrugaciones y fracción en cualquier lado de la probeta

En el espécimen se tomaron 4 corrugaciones las que nos daban una longitud de 3.5 cm., se promediaron y se obtuvo el resultado.

promedio 8.75 mm.

En este caso la norma nos indica que el espaciamiento máximo debe de ser de 8.9 mm por lo que el resultado obtenido satisface la norma.

Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda).

La distancia máxima entre los extremos corrugaciones transversales o ancho de costilla se realiza tomando el ancho de ambas costillas y sumando las lecturas obtenidas en el caso de la prueba la probeta nos dio 3.2 mm.

La norma en el caso de esta varilla nos marca un máximo de 4.9 mm. por lo que también el resultado queda dentro de los límites establecidos.

IV 3. PRUEBAS MECÁNICAS

Dentro de las pruebas mecánicas se deben practicar la prueba de tensión y la prueba de doblado, esta nos permiten saber en que condiciones se encuentra el acero, para esta pruebas nos apoyaremos en las siguientes normas

La norma NOM-B- 113 Pruebas de doblado para productos de acero.

La norma NOM-B-172 Métodos de prueba mecánicos para productos de acero.

IV 3. 1. PRUEBA DE DOBLADO

El doblado en las varillas es una practica común en el habilitado ya que se tienen que formar estribos, ganchos, etc. para dar forma a columnas, trabes, losas, etc. por lo que se requiere de las pruebas de doblado.

Para esta prueba los requisitos se encuentran en la norma NOM-B-6, en la cual para la prueba que se realizó a una varilla del número 4 se pide lo siguiente

Numero de designación	Diámetro del mandril para pruebas de doblado a 180	
	Grado 30	Grado 42
2, 2.5, 3, 4 y 5	3 1/2 d	3 1/2 d

d = diámetro nominal de la probeta.

Para el desarrollo de la prueba nos apoyamos de la norma NOM-B-113 "Acero-Método de prueba doblado de productos terminados".

Esta prueba consiste en someter la probeta recta, a una deformación plástica por doblado, sin invertir el sentido de la flexión durante la prueba.

El doblado se realiza hasta que uno de los extremos de la probeta forme con el otro extremo un ángulo en este caso de 180 grados. Los ejes de los extremos de la probeta deben permanecer en un plano perpendicular al eje de doblado (ver la fig. 1).

Símbolos y abreviaturas

Los símbolos y designaciones de los elementos usados en esta prueba se indican en la siguiente tabla y figuras de la 1 a la 3.

Número de referencias de las figuras	Símbolo	Designación
1	a	Espesor, diámetro de la probeta, o dimensión característica.
2	b	Diámetro o ancho de la probeta.
3	L	Distancia entre los apoyos o, en caso de matriz, abertura de ésta.
4	x	Ángulo de doblado.
5	r	Radio de los rodillos de apoyo.
6	d	Diámetro del mandril.
7	r1	Radio del mandril.
8	r2	Radio interior de doblado de la probeta después de la prueba.

Aparatos

La máquina de prueba más usada empleada consiste básicamente, en dos apoyos cilíndricos, giratorios, de separación regulable y un mandril central cambiante que ejercerá una presión sobre la probeta mediante su desplazamiento vertical (ver fig. 1).

Los apoyos deben ser más largos y el mandril más ancho que el diámetro o ancho de la probeta y deben ser los indicados en la norma del producto.

Otra máquina de prueba que también se puede emplear consiste en una matriz en forma de "U" o "V" y un mandril de la misma forma que, en su desplazamiento, deformará la probeta. Las aristas de apoyo deben redondearse y no deben presentar resistencia al desplazamiento de la probeta, para lo cual se

pueden engrasar las superficies de contacto. Las caras inclinadas de la matriz deben formar un ángulo de 1.047 rad. (60 grados), con una tolerancia de más 0.175 rad. (10 grados) y la abertura máxima debe ser como mínimo de 125 mm (ver la figura 2).

Probetas

Para las barras de sección circular, la prueba se efectúa sobre una muestra de la barra en su forma de entrega, si el diámetro no es superior a 50 mm.

Cuando el diámetro de la barra sea mayor de 50 mm., se deben reducir el mismo hasta un valor comprendido entre 20 mm. y 50 mm. La reducción del diámetro es optativa en el caso de barras comprendidas entre 30 mm. y 50 mm.

Procedimiento

Prueba sobre apoyos.

Se coloca la probeta sobre dos apoyos cilíndricos y se dobla la misma por la mitad de su longitud, por medio de un mandril cilíndrico.

Los apoyos deben ser más largos y el mandril más ancho que el diámetro o ancho de la probeta. El diámetro del mandril se debe establecer en la norma del producto.

A menos que se especifique otra cosa, la distancia entre los soportes debe ser de $L = (d + 3a) + 5a$ (ver la figura 1 y 3).

Cuando sea necesario observar la zona de inclinación de las fisuras, la superficie exterior de la porción doblada de la probeta debe mantenerse visible durante el ensayo. La carga debe aplicarse en forma lenta y gradual.

Prueba sobre bloque:

Se coloca la probeta sobre un bloque en forma de "U" o de "V" según el mandril cuña que se use, y se dobla la misma por la mitad de su longitud.

Las superficies del bloque en forma de V deben formar un ángulo de 1.047 rad. + 0.175 rad. - 0 rad. (60+10-0 grados) y la abertura debe ser, como mínimo de 125 mm. Los bordes deben ser redondeados.

Para este ensayo, la longitud de la probeta es generalmente de 250 mm

La carga debe aplicarse en forma lenta y gradual.

Doblado a 3.1416 rad. (180 grados).

Cuando el doblado se deba realizar a 3.1416 rad. (180 grados) es decir, que los extremos de las probetas queden paralelas entre sí se debe proceder como se indica a continuación.

Primer paso: se procede según la prueba sobre apoyos o la prueba sobre bloque (ver figura 1 a 3).

Segundo paso:

a) Se inclina la prueba hasta que los extremos se toquen o se mantengan a una distancia dada. En este último caso se puede intercalar entre los dos extremos una pieza de espesor igual a la separación prefijada para asegurar que se consigue dicha separación (ver figura "A").

b) La probeta se coloca en una prensa (ver figura "B") y se aplica una carga hasta que el ángulo de doblado alcance los 3.1416 rad (180 grados) (ver figura "C").

La carga se aplica en forma lenta y gradual. La velocidad esta en función del tipo de acero y de la máquina que se disponga: la prueba se debe iniciar en la velocidad más baja y aumentar gradualmente.

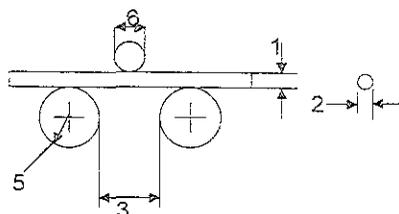
El ángulo de doblado se especifica siempre como valor mínimo. Cuando se especifica el radio interno "r" de doblado (ver figura "D"), este se considera como valor máximo.

Especificaciones de la prueba.

A menos que se especifique otra cosa, la prueba debe efectuarse a temperatura ambiente, y por lo marcado en la NOM-B-6 en ningún caso a menos de 16 grados centígrados.

La forma de extracción de la probeta y de la interpretación del aspecto superficial de la zona doblada externa de la misma, deben establecerse en la norma del producto, en este caso la norma NOM-B-6, nos indica que no debe agrietarse en la parte exterior de la zona doblada

Figura 1



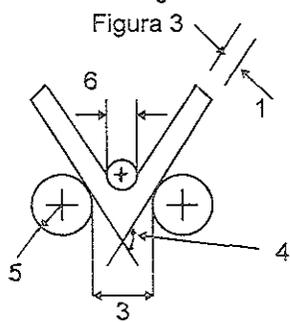
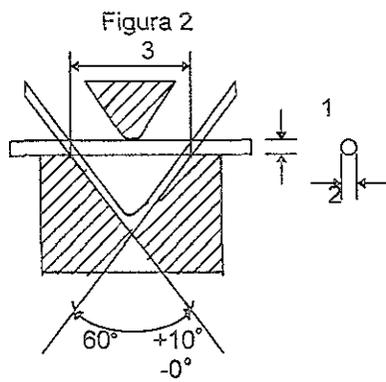


Figura A

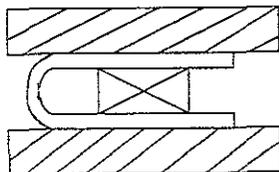


Figura B

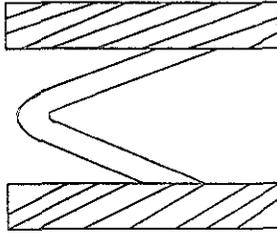


Figura C

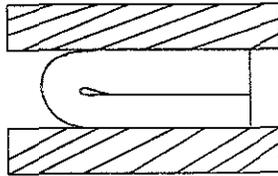
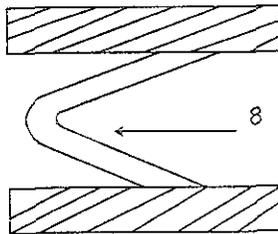


Figura D



IV. 3. 2. PRUEBA DE TENSIÓN

Con esta prueba se determina el límite de fluencia mínimo que debe tener el acero, según lo especificado en la norma, así mismo se obtiene la resistencia a la tensión mínima y el alargamiento mínimo que debe presentar las probetas.

Estas especificaciones se dan en la norma NOM-B-6; también se utiliza la norma NOM-B-172 "Método de prueba mecánicas para productos de acero", la cual nos indica como debe efectuarse la prueba, en esta norma se ven todos los productos de acero, y los que nos interesan son los concernientes a varillas de acero para refuerzo de concreto, por lo que se tomaran los puntos en donde se observen secciones circulares las cuales se apegan a la forma de las varillas.

En este caso se realizó una prueba a una varilla de 1/2" con un número de designación 4.

En la norma NOM-B-172 tenemos lo siguiente:

En el punto 4 tenemos las recomendaciones generales la cual en el punto 4.2 nos dice lo siguiente:

Las probetas con un maquinado o preparación inadecuado pueden conducir a resultados erróneos, por lo que deben tenerse cuidado para asegurar un buen acabado. Las probetas que no estén maquinadas correctamente deben descartarse y sustituirse.

Otro punto es el 5 el cual nos da la orientación de las probetas, en el 5.1.1. nos habla de la prueba longitudinal y significa que el eje longitudinal de la probeta es paralelo a la dirección de mayor extensión del producto durante el laminado o forjado. El esfuerzo aplicado a una probeta para la prueba de tensión longitudinal es en dirección de su máxima extensión. (ver figura 1).

En el punto 6 nos habla de las probetas y en el 6.1.1. trata de los aceros laminados y nos dice que los aceros laminados se prueban usualmente en dirección longitudinal.

En el 6.2 se dan las dimensiones y tolerancias y nos dice que la sección de las dimensiones y tipo de la probeta se indica en la norma del producto. Las probetas de sección completa deben probarse con una longitud calibrada de 200 mm.

En el punto 6.5.2.2. dice que las probetas deben de ser de sección completa o maquinadas según lo indique la norma del producto

El punto 7 nos habla de las marcas y calibración y dice que las probetas deben marcarse mediante punzón, rayadores o algún otro medio adecuado. El propósito de estas marcas de calibración es determinar el por ciento de alargamiento

El punto 8 Aparatos de prueba y operación

8.1 Sistema de aplicación de la carga

8.1.1. Existen dos tipos de sistema de aplicación de la carga mecánico (tornillo de poder) e hidráulico. Estos difieren principalmente en la variabilidad de la velocidad de aplicación de la carga. El mecánico está limitado a un pequeño número de diferentes velocidades entre cabezales. Algunos mecanismos más modernos de tornillos de poder y todas las máquinas hidráulicas permiten una variación continua a través de todo el intervalo de velocidad.

8.2. Aplicación de la carga.

Una de las funciones de las mordazas o mecanismos de sujeción de la máquina de prueba, es el transmitir la carga por medio de los cabezales de la máquina a la probeta bajo prueba. El requisito esencial es que la carga debe aplicarse axialmente. Esto implica que las mordazas estén alineadas, con el eje de la probeta, al principio y durante la prueba. La sujeción de la probeta restringida a la sección que queda fuera de la longitud calibrada.

8.3 Velocidad de prueba.

8.3.1 La velocidad de prueba no debe ser mayor de aquella a la que puedan afectarse las lecturas de carga y deformación cuando esté realizándose la prueba; la velocidad se expresa: comúnmente

- 1) En términos de velocidad de separación o acercamiento de los cabezales de la máquina (relación del movimiento del cabezal cuando no está bajo carga)
- 2) En términos de separación de los cabezales de la máquina bajo carga.
- 3) En relación de la velocidad de la aplicación de esfuerzo sobre la probeta.

8.3.2. Hasta la mitad del límite de fluencia especificado puede usarse cualquier velocidad de prueba; cuando se llega a este punto, la velocidad de separación de los cabezales bajo carga debe ajustarse de manera que no exceda de 1.57 mm. por minuto por cada 2540 mm de longitud calibrada o bien de la distancia entre mordazas para probetas a las que no se ha reducido la sección. Esta velocidad debe mantenerse a través de la zona de fluencia. Para determinar la resistencia a

la tensión la velocidad de separación bajo carga no debe exceder de 12.70 mm. por cada minuto cada 25.40 mm. de longitud calibrada.

9 Determinación de las propiedades a la tensión.

9.1 Resistencia a la tensión.

9.1.1. La prueba de tensión consiste en someter una probeta maquinada o con sección original del producto, a una carga cuantificada y suficiente para causar una ruptura.

9.1.2. La resistencia a la tensión debe calcularse dividiendo la carga máxima que soporta la probeta durante la prueba entre su área original transversal.

9.2. Límite de fluencia.

9.2.1. Para materiales que tienen un diagrama de esfuerzo-deformación bien definido y en los que se identifica fácilmente el límite de fluencia, éste debe determinarse por alguno de los métodos que se describen en 9.2.1.1.

9.2.1.1. Caída de la viga o brazo indicador, o detención de la aguja indicadora.

Cuando se usa una máquina con nivel y contrapeso, se aplica a la probeta una carga creciente a una velocidad uniforme; el operador mantiene la viga en balance moviendo el contrapeso a una velocidad (aproximadamente) uniforme. Cuando se alcanza el límite de fluencia en el material, el operador corre el contrapeso un poco más allá de la posición de balance, y la viga de la máquina cae por un breve pero apreciable intervalo de tiempo, cuando se emplea una máquina de carátula indicadora de carga, hay una detención de la aguja indicadora, lo que corresponde a la caída de la viga. La carga en el momento de la caída de la viga o de la detención de la aguja indicadora se registra como la correspondiente al límite de fluencia.

9.4 Alargamiento

9.4.1. Los extremos de la probeta fracturada deben ajustarse con cuidado, y la distancia entre las marcas de calibración deben medirse con una aproximación de 0.25 mm. para longitudes calibradas de 50 mm. y menores, con una aproximación hasta 0.5 % de la longitud calibrada para longitudes calibradas mayores de 50 mm.

El alargamiento es el aumento de la longitud de la zona calibrada expresado como un porcentaje de la longitud calibrada original. Para informar sobre los valores de alargamiento, deben citarse tanto el porcentaje de aumento, como la longitud calibrada original.

IV. 4. PRACTICA REALIZADA

Se realizó una practica en una varilla del número 4 (1/2") en donde se muestran los resultados obtenidos comparados con las especificaciones de la NOM-B-6 .

Toma de medidas de la probeta:

Longitud de la probeta	600 mm.
Marcas de calibración	200 mm.

Equipo utilizado:

Se utilizó una máquina universal, la cual no tenia aguja indicadora, en su lugar estaba equipada un registro electrónico, en el cual al momento de detenerse en ese momento nos determina el límite de fluencia, y de ahí hasta llevar la probeta a la falla.

Desarrollo:

Una vez de medir y calibrar la probeta se coloco en las mordazas para empezar a aplicar la carga en la cual se observo el momento en que el registro electrónico se mantenía sin cambio y se tomo la siguiente lectura:

6600 kgf/mm²

De esta lectura se siguió aplicando carga hasta que la probeta llego a la falla registrándose la siguiente lectura:

9800 kgf/mm²

Realizando la comparación con las especificaciones que nos marca la norma NOM-B-6 tenemos lo siguiente:

Especificaciones de la norma NOM-B-6 para varillas del número 4 (1/2").

	Grado	42
Resistencia a la tensión mínima , en N/mm2 (kgf/mm2) .	617	(63)
Límite de fluencia mínimo en N/mm2 (kgf/mm2)	412	(42)
Alargamiento mínimo en 200 mm. en %		
varilla número		
4, 5 y 6		9

Lecturas observadas:

Resistencia a la tensión mínima en kgf/mm2

Prueba	Norma
660	617

Límite de Fluencia mínimo en kgf/mm2

Prueba	Norma
429	412

Alargamiento:

$$Al = \frac{Li - Lf}{Li} \times 100 = Al = \frac{200 - 238}{200} \times 100 = Al = 19$$

Prueba	Norma
19	9

V SOLDADURA

V. SOLDADURA

V. 1. OBJETIVOS

Debido a que en las varillas de acero de refuerzo es necesaria a partir de la del número de designación ocho (1") por tener menor espacio para el recubrimiento en los traslapes así como en los anclajes se realiza la soldadura; en el presente capítulo se tratan los diferentes procedimientos, tipos de soldadura, inspección y simbología.

V. 2. ANTECEDENTES

El arte de trabajar metales, incluyendo la soldadura, fue un arte en la antigua Grecia desde hace por lo menos tres mil años, pero la soldadura se había practicado, sin duda alguna, durante muchos siglos antes de aquellos días. La soldadura antigua era probablemente un proceso de forja en el que los metales eran calentados a cierta temperatura (no a la de fusión) y unidos a golpe de martillo. En 1801, Sir Humphry Davy descubrió cómo crear un arco eléctrico al acercar dos terminales de un circuito eléctrico de voltaje relativamente alto. Aunque por lo general se le da crédito por el descubrimiento de la soldadura moderna, en realidad pasaron muchos años, antes de que la soldadura se efectuara con el arco eléctrico, (su trabajo fue de la mayor importancia para el mundo estructural moderno, pero es interesante saber que mucha gente opina que su mayor descubrimiento no fue el arco eléctrico, sino más bien un asistente de laboratorio cuyo nombre era Michael Faraday.) Varios europeos idearon soldadura de uno u otro tipo en la década de 1880 con el arco eléctrico, mientras que en Estados Unidos la primera patente para soldadura de arco fue expedida a favor de Charles Coffin, de Detroit, en 1889.

V. 3. SIMBOLOGÍA

Los símbolos empleados en la soldadura los desarrolló la American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadura), estos símbolos eliminan la necesidad de dibujos de las soldaduras y hacer largas notas descriptivas.

En la siguiente figura se muestran los símbolos básicos de soldadura más frecuentes:

JUNTAS SOLDADAS SIMBOLOS ESTÁNDAR

SIMBOLOS BÁSICOS DE SOLDADURA									
Posterior	Filete	Tapón o ranura	Ranura o a tope						
			Cuadrado	V	Bisel	U	J	Ensanchamiento V	Ensanchamiento Bisel
SIMBOLOS COMPLEMENTARIOS									
Respaldo	Espacio	Soldadura todo alrededor	Soldadura de campo	Contorno					
				Nivelado	Convexo				

La soldadura en los lados cercanos y alejados son del mismo tamaño a menos que se indique otra cosa . Las dimensiones de los filetes deben mostrarse en ambos lados.

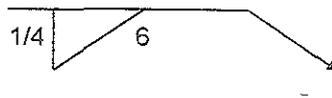
La punta de la bandera del símbolo de campo debe señalar hacia la cola.

Los símbolos se aplican entre cambios bruscos en la dirección de la soldadura a menos que se muestre el símbolo de "todo alrededor" o se indique algo diferente.

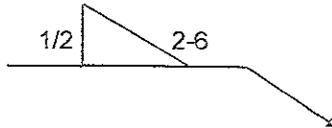
Estos símbolos no se refieren al caso de ocurrencia frecuente en las estructuras en donde material duplicado (por ejemplo, atiesadores) se localiza en el lado posterior de una placa de nudo o alma. Los fabricantes han adoptado la siguiente convención de estructuras: cuando en la lista de embarque se detecte la existencia de material en el lado posterior, la soldadura para ese será la misma que para el lado anterior.

Los siguientes son ejemplos de símbolos de soldadura así como las dimensiones que deben tener:

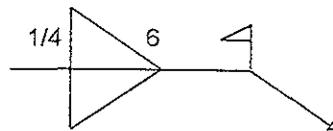
Soldadura de filete sobre el lado cercano (lado de la junta al que apunta la flecha)
El tamaño (1/4 ") se pone a la izquierda del símbolo de la soldadura y la longitud (6") a la derecha .



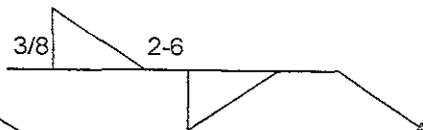
Filete de (1/2") en el lado lejano de (2") de longitud a cada (6") entre centros (soldadura intermitente) .



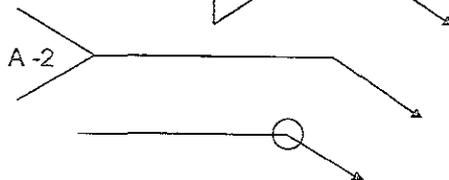
Filete de (1/4") en ambos lados y (6") de longitud. Como las soldaduras son iguales en ambos lados, no es necesario pero se permite, indicar sus dimensiones en ambos lados de la línea. Soldadura de campo.



Filetes de (3/8") intermitentes, alternados, de (2") de longitud a (6") entre centros.



La cola indica referencia a una cierta especificación o proceso .



Soldadura todo alrededor de la junta.

V. 4. PROCESOS DE SOLDADURA

La soldadura es casi toda eléctrica y dispone de numerosos procesos. La corriente se usa para calentar el electrodo hasta alcanzar el estado líquido, y luego depositarlo como relleno sobre las superficies de contacto de las dos piezas que se quieren unir. El proceso funde simultáneamente una parte del metal base (el metal que se quiere unir) en la superficie de separación, de manera que el metal se entremezcla con el metal base y desarrolla continuidad del material en la junta, cuando tiene lugar el enfriamiento.

La soldadura eléctrica implica el paso de una corriente ya sea corriente directa o corriente alterna por medio de un electrodo. Manteniendo el electrodo a muy corta distancia del metal base, que está conectado a un lado del circuito, se forma un arco al desarrollarse esencialmente un corto circuito, se tiene un flujo muy alto de corriente, la que funde la punta del electrodo (en el arco) y el metal base en las cercanías del arco.

El electrodo puede ser o bien el ánodo del circuito (+) o el cátodo (-). Es más común que el electrodo sea el ánodo y la operación resultante se efectúa usando "polaridad inversa". Cuando el electrodo de soldadura es el cátodo (-), el circuito usa polaridad directa. La mayoría de las soldaduras se efectúa usando corriente directa; si se usa corriente alterna como fuente de energía se transforma a corriente directa.

La soldadura por gas (la palabra "gas" se usa aquí para indicar el uso de una mezcla de gas/oxígeno para producir una flama muy caliente para calentar las partes y el material de relleno de la soldadura), pero el gas se usa principalmente para dar forma a las piezas por medio del corte.

En la soldadura eléctrica existen varios tipos, los dos más usados son los que veremos a continuación , así como la soldadura con gas.

V. 4. 1. SOLDADURA DE ARCO METÁLICO PROTEGIDO (SAMP), (SMAW).

Este método para soldar es también conocido como: soldadura por arco con electrodo metálico recubierto (SMAW), es el más usual, que usa electrodos de barra. Los electrodos están disponibles en longitudes de 9 a 18 pulgadas y están cubiertos de un material que produce un gas y escorias inherentes, cuando la corriente de soldadura funde el metal, este gas rodea la zona de soldado para impedir la oxidación, lo que constituye un factor crítico si es necesaria más de un

pasada para darle a la soldadura el tamaño requerido. Este método es el más usado en campo.

V. 4. 2.SOLDADURA DE ARCO METÁLICO PROTEGIDO CON GAS (SAMPG), (GMAW).

También se le conoce como soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW), y es el método de soldadura más usado en talleres, en donde se usan electrodos sin cubrir en una unidad mecánica de soldadura. La unidad controla el espaciamento de los electrodos y la velocidad de soldado, y tiene una fuente de gas inerte para proteger la soldadura de la atmósfera que la rodea.

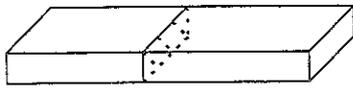
V. 4. 3.SOLDADURA CON GAS A PRESIÓN (PGW)

En la soldadura por gas en la boquilla de un maneral o soplete, ya sea manejado por el soldador o por una máquina automática, se quema una mezcla de oxígeno con algún tipo adecuado de gas combustible. El gas que se utiliza comúnmente en soldadura estructural es el acetileno, y el proceso recibe el nombre de soldadura oxiacetilénica. La flama producida puede utilizarse tanto para corte de metales como para soldar.

V. 5. TIPOS DE JUNTAS Y SOLDADURAS

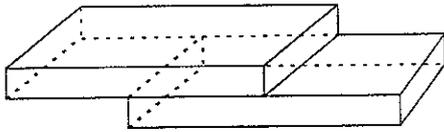
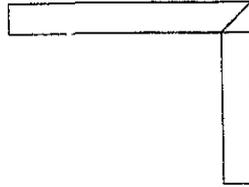
Se pueden usar diferentes tipos de soldadura que incluyen, soldaduras de ranura, de filete, de tapón de costura, de muesca y de puntos. La mayoría de las soldaduras en aplicaciones estructurales son de ranura (aproximadamente el 15 % de todas las soldaduras) y de filete (aproximadamente el 80 % de todas las soldaduras). Las juntas básicas estructurales que se muestran en la figura 1, se pueden producir usando una o más de las soldaduras que se indican en la lista anterior. La junta de tope se obtiene a partir de una soldadura de ranura como se muestra en la figura 2. Se considera que esta junta tiene una eficiencia del 100 %, si se construye de manera tal que se obtenga total penetración de la soldadura

figura 1



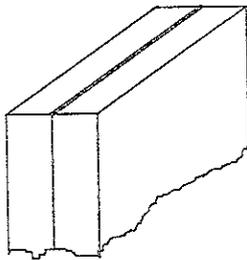
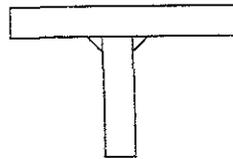
junta a tope

junta de esquina



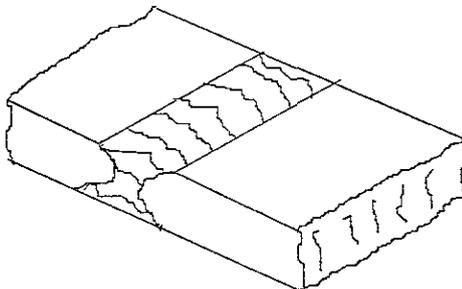
junta traslapada

junta T



junta de borde

figura 2



V. 6. TIPOS DE ELECTRODOS PARA SOLDAR

Se dispone de una variedad de electrodos de manera que se puede hacer un ajuste apropiado de la resistencia y características metalúrgicas del metal base con el material de la soldadura. La American Welding Society, en cooperación con la ASTM, ha establecido un sistema de numeración de electrodos, que clasifica a estos electrodos de soldar (o varillas) de la manera siguiente:

Eaaabc

donde:

E = electrodo

aaa = número de dos o tres dígitos que establecen la resistencia última a tensión del metal de la soldadura. En general, se dispone de los valores siguientes

60, 70, 80, 90, 100, 110 y 120 kips/pulg²

415, 485, 550, 620, 690, 760, y 825 Mpa

b = dígito para indicar lo apropiado de la posición de soldado, que puede ser plana, horizontal, vertical y sobrecabeza.

1 = apropiada para todas las posiciones.

2 = apropiada para filetes horizontales y colocación plana del trabajo.

c = dígito que indica la fuente de corriente y la técnica de soldadura

V. 7. NORMAS PARA LA SOLDADURA

En las Normas Técnicas Complementaria para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del 20 de marzo de 1989 en el capítulo 3 Requisitos Complementarios; en el inciso 3.9 nos dice:

3.9 Union de barras.

Las barras de refuerzo pueden unirse mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de soldadura o dispositivos mecánicos. Las especificaciones y detalles dimensionales de las uniones deben mostrarse en los planos. Toda unión soldada o con dispositivo mecánico debe ser capaz de transferir por lo menos 1.25 veces la fuerza de fluencia de tensión de las barras, sin necesidad de exceder la resistencia máxima de éstas. Se respetarán los requisitos de 5.2.2 y 5.3.3

Otra norma que se utiliza para soldar son las de la Dirección General de Normas, la Norma Oficial Mexicana es la NOM-H-121-1988, "Procedimiento de Soldadura Estructural Acero de Refuerzo", de la cual tomaremos los puntos más sobresalientes ya que todos son importantes, así mismo algunos puntos se escribirán tal cual aparecen en la norma y otros sólo se hará el comentario en forma sintetizada, esto para no describir toda la norma también se darán las referencias necesarias para poder consultar otras bibliografías.

1 Objetivo y campo de aplicación

1.1. Esta Norma Oficial Mexicana se aplica junto con las especificaciones generales prescritas a todas las soldaduras efectuadas como parte de una construcción de concreto reforzado. El concreto reforzado puede colocarse convencionalmente, en obra, precolado, presforzado o construcción compuesta de acero estructural. Esta norma debe aplicarse a la soldadura de acero de refuerzo de concreto para: empalmar, traslapar (excepto acero de presfuerzo), dispositivos para unir acero, anclas y detalles de anclaje, así como cualquier otra soldadura requerida en la construcción de concreto reforzado, tanto en taller como en campo. Cuando se suelda acero de refuerzo a miembros estructurales primarios, deben aplicarse totalmente los requisitos del código indicado en el apéndice A3

1.2. Metal base para acero de refuerzo.

1.2.1 El metal base del acero de refuerzo que va a soldarse bajo esta norma, debe cumplir con los requisitos de las normas vigentes indicadas a continuación: NOM-B-6, NOM-B-18, NOM-B-32, NOM-B-253, NOM-B-290, NOM-B-457.

responsable de obra; proporcionarse el análisis químico y carbono equivalente, así como establecer su soldabilidad mediante calificación; conforme a los requisitos de 9.2 o cualquier otro solicitado por el director responsable de obra.

1.3 Proceso de soldadura.

1.3.1. Los procesos para soldar son: soldadura por arco con electrodo metálico recubierto (SMAW), soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW), soldadura por arco con electrodo tubular continuo (FCAW), soldadura con gas a presión (PGW) o soldadura aluminotérmica.

1.4 Precauciones para la seguridad.

Las precauciones para la seguridad deben ser conforme a lo indicado en la especificación del apéndice A1.

2 Referencias

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes: NOM-B-124, NOM-B-133, NOM-B-331, NOM-H-77, NOM-H-86, NOM-H-93, NOM-H-97, NOM-H-98, NOM-H-99, NOM-H-111.

3 Definiciones

Los términos de soldadura empleados en esta norma se indican en el apéndice B y en la NOM-H-93.

4 Símbolos

Los símbolos de soldadura se indican en la NOM-H-111. Deben detallarse totalmente las condiciones específicas agregando notas o detalles.

5 Esfuerzos permisibles

5.1 Esfuerzos en el metal base.

Los esfuerzos del metal base deben ser los especificados en el reglamento aplicable o norma particular.

5.2 Esfuerzos unitarios en la soldadura.

5.2.1. Los esfuerzos permisibles en tensión o en compresión para bisel, ranura en "V" y soldadura a tope por aluminotermia, deben ser los mismos que para los esfuerzos unitarios permisibles correspondientes al metal base, indicados en el proyecto particular aplicable, para construcción de concreto reforzado; siempre y

cuando el metal de aporte usado tenga una resistencia, como mínimo, igual a la del metal que va a soldarse (ver tabla 1).

5.2.2. Los esfuerzos permisibles en la garganta efectiva para soldaduras de ranura-bisel-abocinadas, soldaduras de ranura-"V"-abocinadas y soldaduras de filete, deben ser conforme a lo indicado en la tabla 1, excepto cuando se indica en la columna "G" de esta tabla, debe usarse el electrodo indicado en la tabla 3 para un metal base en particular.

5.3. Áreas efectivas de soldadura, longitudinales y espesores de garganta

5.3.1. Uniones a tope directas.

El área efectiva de soldadura debe ser el área de la sección transversal nominal de la varilla que va a soldarse. Si van a unirse varillas de diferente diámetro, el área de soldadura efectiva debe ser el área de la sección transversal nominal de la varilla de menor diámetro.

5.3.2. Soldaduras de ranura en "V"-abocinadas y bisel abocinadas.

El área de soldadura efectiva debe ser la longitud de soldadura total multiplicada por el espesor de garganta efectivo.

5.3.2.1. La longitud efectiva de este tipo de uniones debe ser la longitud total de su sección completa, ya sea de la soldadura de ranura en "V"-abocinada o de la soldadura de bisel-abocinada. No deben hacerse reducciones en la longitud efectiva, ya sea para el inicio o cráter de la soldadura, si la soldadura es completa en toda su longitud.

5.3.2.2. La longitud de soldadura efectiva mínima de uniones soldadas de ranura en "V"-abocinadas o bisel-abocinadas, no deben ser menores que dos veces el diámetro de la varilla, para diámetros iguales; o dos veces el diámetro de la varilla menor cuando se trate de varillas de diámetro diferentes.

5.3.2.3. La garganta efectiva de una soldadura de ranura "V"-abocinada o bisel-abocinada, enrase con la sección de la varilla (figura 1), debe ser 0.4 y 0.6, respectivamente, del radio de la varilla; pueden usarse gargantas más grandes, siempre y cuando los procedimientos de soldadura para uniones a tope indirectas sean calificadas conforme a lo indicado en 9.2. Cuando van a unirse varillas de diámetros diferentes, la garganta debe basarse en el radio de la varilla de menor diámetro.

5.3.3. Soldadura de filete.

El área efectiva de soldadura debe ser la longitud efectiva multiplicada por la garganta efectiva. Se considera que se aplican en esta área efectiva de soldadura los esfuerzos en la soldadura de filete, para cualquier dirección en donde se aplica la carga.

5.3.3.1. La longitud de soldadura efectiva de una soldadura de filete debe ser la longitud total de su sección completa, incluyendo en encajonado (remates). No debe hacerse ninguna reducción en la longitud efectiva de la soldadura ya sea para el inicio o cráter de la soldadura, si la soldadura es completa en toda su longitud.

5.3.3.2. La longitud de soldadura efectiva de una soldadura de filete curva, debe medirse a lo largo del eje de la garganta efectiva. Si el área soldada de una soldadura de filete en una ranura o agujero, calculada a partir de esta longitud, es mayor que el área nominal del agujero en el plano de la superficie de empalme, entonces ésta última área se utiliza como el área efectiva de la soldadura de filete.

5.3.3.3. La longitud de soldadura efectiva mínima de una soldadura de filete no debe ser menor a cuatro veces el tamaño nominal.

5.3.3.4. La garganta efectiva debe ser la distancia más corta a la raíz a la cara de la soldadura esquemática.

Tabla 1.- Esfuerzos permisibles en soldadura y resistencia última permisible de soldadura para varillas trabajando a tensión o compresión.

Tipo de junta (a)	Tipo de soldadura	Metal base		Resistencia última		Esfuerzos de trabajo	
		Designación NOM	Grado	Metal de aporte	Resistencia última permisible de soldadura	Metal de aporte	Esfuerzo permisible en la gar- ganta efec- tiva (c)
A	B	C	D	E	F	G	H
Uniones a tope directas y juntas en "T" en uniones de plancha	Juntas de ranura de penetración completa (garganta efectiva trabajando en tensión o compresión)	B-6 B-18 B-32 B-457	30 35 B-457-42 (h)	El especificado en la tabla 3 excepto aluminio (d) y gas con presión (e)	La misma que se especifica para el metal base	El especificado en la tabla 3 excepto aluminio (d) y gas con presión (e)	El mismo que se especifica para el metal base
Uniones a tope indirectas, uniones y conexiones traslapadas.	Soldaduras de ranura abocinadas en "V", de bisel-abocinadas y de filete (garganta efectiva (b) trabajando en cortante)	B-6 B-18 B-32 B-457	30 35 B-457-42 (h)	E70XX E80XX E90XX	42 Aw (f y g) 48 Aw (f y g) 54 Aw (f y g)	E70XX E90XX	137 N/mm ² (14 kgf/mm ²) (g) 177 N/mm ² (18 kgf/mm ²) (g)

Notas:

- a) Para detalles de preparación aprobados y ajustes, ver figuras 3, 4 y 5.
- b) Para definición de garganta efectiva de ranuras abocinadas, ver figura 1
- c) En la zona de soldadura de la varilla: bajo fatiga, cargareversible, impacto o carga de servicio repetitiva no debe exceder de 137 N/mm² (14 kgf/mm²). Si es necesario, para condiciones de fatiga, el calculista puede establecer los límites de esfuerzos, concordantes con detalle de la junta soldada y número de repeticiones esperadas, menores de 127 N/mm² (13 kgf/mm²).
- d) El metal de aporte no debe tener propiedades mecánicas menores a las especificadas para el metal base.
- e) No se requiere metal de aporte.
- f) Fórmula general: $V_r = (0.6 F_u) A_w$.

donde:

- V_r = última resistencia al cortante permisible (kg).
- F_u = última resistencia a la tensión como se indica por el número de fijación del electrodo en N/mm² (kgf/mm²).
- $0.6 F_u$ = última resistencia al cortante del metal de soldadura depositado, N/mm² (kgf/mm²).
- A_w = área de la garganta efectiva de la soldadura (mm²).

No se ha incluido el factor de capacidad de reducción ϕ (.2 ACI 318) suponiendo que este factor se ha utilizado en el diseño del miembro, incluyendo el refuerzo.

g) Los esfuerzos y resistencias permisibles son aplicables con el metal base y electrodos indicados en la misma línea. Pueden usarse electrodos con los metales base más resistentes, que aparecen en líneas más abajo, pero únicamente en sus valores de esfuerzos tabulados.

h) Sólo se cuenta con un grado de resistencia de fluencia mínimo: 412 N/mm² (42 kgf/mm²).

6 Detalles estructurales

6.1. Transiciones en el diámetro de las varillas.

Las uniones a tope directas a tensión, en varillas alineadas axialmente, cuando son de diferentes diámetros, deben hacerse como se muestra en la figura 2

6.2 Excentricidad.

6.2.1. Cuando se usa la soldadura traslapada o uniones a tope indirectas excéntricas, el concreto que rodea a la unión, en la estructura terminada debe estar suficientemente confinada con estribos para evitar el agrietamiento del concreto causado por la tendencia de la unión a deformarse, debido a la excentricidad de la carga.

6.2.2. Uniones soldadas traslapadas deben limitarse a varillas hasta el número seis (figura 5).

6.3 Uniones aprobadas.

Las varillas de refuerzo pueden unirse por: uniones a tope directas, uniones a tope indirectas o uniones soldadas traslapadas; no obstante, en donde sea práctico, son preferibles las uniones a tope directas, excepto para varillas del número seis o menores (figuras 3, 4 y 5).

6.4 Calificación de la unión.

Todas las uniones soldadas deben calificarse conforme a lo indicado en 9.2.

6.5 Detalles de la unión a tope directa.

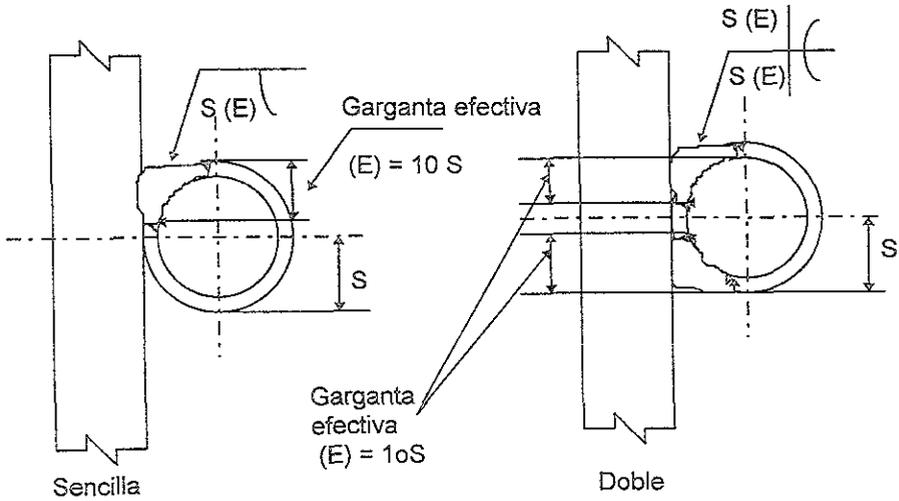
6.5.1. Una unión a tope directa se define como una unión entre dos varillas cuyos ejes son aproximadamente colineales, las varillas que han sido unidas por una soldadura de ranura de penetración completa de la junta, hecha por los dos lados por un lado con respaldo, que tienen penetración completa y fusión de la soldadura y el metal base en toda la profundidad de la unión.

6.5.2. Una unión a tope directa entre varillas cuyos ejes están en posición aproximadamente horizontal debe hacerse, preferiblemente, ya sea con soldadura de ranura en "V" sencilla o doble, teniendo cada varilla un bisel con ángulo o ángulos entre 45° y 60° (figuras 3 A ó B).

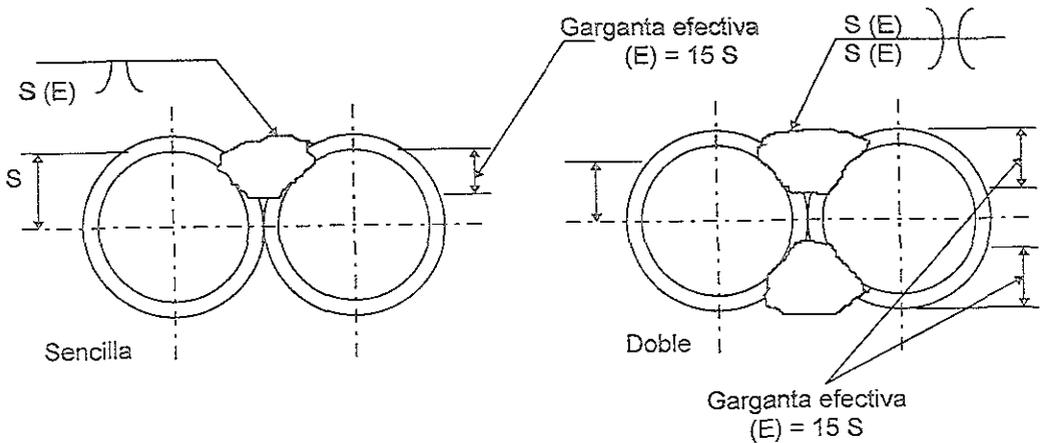
6.5.3. Una unión a tope directa entre varillas cuyos ejes están en posición aproximadamente vertical debe hacerse, preferiblemente, ya sea con soldadura de ranura de bisel sencillo o doble que tenga el extremo de la varilla inferior terminado de 90° del eje de la varilla , y la superior biselada a un ángulo de, aproximadamente, 45° (figura 3 D).

Figura 1

GARGANTAS EFECTIVAS PARA SOLDADURA DE RANURA ABOCINADAS.



A.- Soldadura de ranura de bisel abocinado

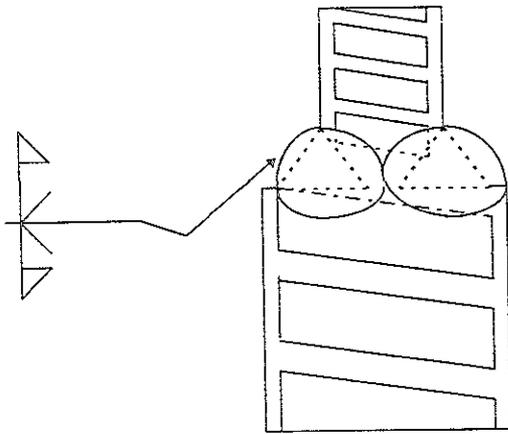


Dimensiones : en mm.

Nota: el radio de la varilla = S

B.- Soldadura de ranura en "V" abocinada

Figura 2



Uniones a tope directas mostrando la transición entre varillas de diferente diámetro

6.5.4 Las uniones a tope en varillas del número ocho y menores, usando una preparación en "V" o bisel sencillo, deben hacerse con un respalda adecuado (figura 3 C).

6.5.5. Las uniones a tope directas soldadas ya sea con procesos aluminotérmicos o de sodadura con gas a presión, deben hacerse con varillas cortadas a 90° y que tengan una abertura de raíz, como lo especifique el que efectúa los respectivos procesos de soldar.

6.6 Detalles de la unión a tope indirecta.

6.6.1. Una unión a tope indirecta se define como una unión entre dos varillas cuyos ejes son aproximadamente colineales, en donde las varillas van a soldarse a un elemento de unión común, ya sea por soldadura de ranura en "V", abocinada o doble bisel abocinado; la sección transversal resistente de las varillas queda sin soldar. El elemento de unión puede ser plancha, ángulo, varillas u otro perfil aprobado por el director responsable de obra.

6.6.2. El elemento de unión usado debe tener una área en su sección transversal que proporcione una resistencia, como mínimo, igual a la resistencia de varillas que están siendo unidas.

6.6.3. Deben usarse las soldaduras de ranura de bisel abocinado sencillo o doble cuando el elemento de unión sea un ángulo, plancha o solera (figuras 4 A ó 4 B).

6.6.4 Deben usarse soldaduras de ranura en "V" abocinadas sencillas o dobles cuando el elemento de unión sea una barra redonda (figura 4 C).

6.7 Detalles de la unión traslapada.

6.7.1. Estas uniones pueden ser directas o indirectas.

6.7.2. Una unión traslapada directa se define como una unión entre dos varillas cuyos ejes son aproximadamente paralelos y se encuentran en un mismo plano, las varillas están en contacto y se sueldan entre sí, ya sea por soldadura de ranura en "V", abocinada sencilla o doble (figura 5 A).

Deben usarse las soldaduras de ranura en "V" abocinadas dobles para uniones de traslape directo; a menos que la junta sea accesible por un sólo lado, se permiten soldaduras de ranura en "V" abocinadas sencillas.

6.7.3 Una unión soldada traslapada indirecta se define como una unión entre dos varillas cuyos ejes están aproximadamente paralelos y en el mismo plano, pero separadas y soldadas a una plancha de unión común por soldaduras de ranura abocinadas sencillas (figura 5 B).

6.7.3.1. La plancha de unión debe tener una sección transversal que proporcione, como mínimo una resistencia igual a la de las varillas que van a unirse.

6.7.3.2. Las varillas deben estar en contacto con la plancha de unión.

6.8. Interconexión de miembros precolados.

6.8.1. Los miembros precolados pueden interconectarse uniendo varillas de refuerzo, las cuales se proyectan a través de los extremos de los miembros precolados, o soldándolas junto con insertos de plancha los que se han colocado dentro de los miembros precolados.

6.8.2. Las uniones de las proyecciones de las varillas de refuerzo deben ser conforme a lo indicado en 6.3 y 6.4 así como los requisitos de 6.5, 6.6 ó 6.7, como se requiera

6.8.3. Las uniones de los insertos de plancha pueden ser directas o indirectas. Cualquier tipo de conexión puede estar expuesta u oculta.

6.8.3.1. Las uniones de los insertos de plancha expuestas directamente, son conexiones entre miembros precolados en las que dichos insertos son colados dentro de los miembros individuales que están en contacto y soldados entre sí; y quedar sustancialmente expuestas en la construcción final (figura 6 A).

6.8.3.2. Las conexiones directas son insertos de plancha ocultas uniones entre miembros precolados, en las cuales dichos insertos son colados dentro de los miembros individuales que están en contacto y soldados entre sí, y quedan cubiertos en la construcción final (figura 6 B).

6.8.3.3. Las conexiones indirectas con insertos de plancha expuestas, son conexiones entre miembros precolados en las cuales dichos insertos son colados dentro de miembros individuales y soldados a un miembro de unión común, y que dan sustancialmente expuestos en la construcción final (figura 6 C).

6.8.3.4. Las conexiones indirectas con insertos de plancha ocultas, son conexiones entre miembros precolados en las cuales dichos insertos se cuelan en los miembros individuales que van a soldarse a miembros de unión comunes, y quedan cubiertos en la construcción final (figura 6 D y E).

6.8.3.5. La soldadura de las conexiones de los insertos de plancha, incluyendo los requisitos para ésta, el área de la sección, así como las dimensiones del tamaño y longitud de la soldadura deben hacerse conforme a ésta norma.

6.8.3.6. Deben cumplirse los requisitos de la soldadura en acero embebido en concreto (ver 7.3.2.).

6.8.4. Las anclas, varillas y pasadores deben sujetarse a las planchas de unión o a otros miembros de acero mediante soldadura de filete periférica en los extremos, por soldadura de ranura de penetración completa de la junta, o en el caso de juntas traslapadas por soldadura de ranura abocinada. La soldadura debe efectuarse conforme a lo indicado en esta norma (figura 7).

7. Ejecución del trabajo

7.1. Generalidades

No debe soldarse cuando: las superficies estén húmedas, expuestas a la lluvia, nieve, existan altas velocidades del viento ó cuando los soldadores están expuestos a condiciones inclementes.

7.1.2. Preparación del material.

7.1.3. Las superficies que van a soldarse deben estar lisas, uniformes y libres de rebabas, fisuras, grietas u otras imperfecciones que puedan afectar la calidad o resistencia de la soldadura; las superficies que van a soldarse y las adyacentes a la soldadura también deben estar libres de cascarilla, suelta, escoria, humedad, grasa u otro material extraño que pueda evitar una soldadura apropiada o produzca humos perjudiciales. Pueden permanecer la cascarilla de laminación, el

recubrimiento que inhibe la cascarilla delgada o componentes "antichisporroteo", si no pueden eliminarse mediante un cepillado vigoroso.

7.1.4. Los extremos de las varillas de refuerzo en uniones a tope directas deben ajustarse en el respaldo y acomodados para efectuar la soldadura de ranura, empleando oxicorte, corte de aire carbón o aserrado. La rugosidad de las superficies cortadas con oxígeno no debe ser mayor de cincuenta micras. La rugosidad que exceda este valor y ranuras ocasionales o "desgarramientos" que no excedan de 5 mm. de profundidad, pueden acondicionarse por maquinado o esmerilado. Las superficies cortadas deben estar libres de escoria. La eliminación de las imperfecciones debe ser uniforme, con las orillas cortadas con oxigas y puede tener una pendiente que no exceda 1/10. No deben repararse con soldadura las imperfecciones en orilla cortadas con oxigas, excepto para ranuras y "desgarramientos" menores de 10 mm. de profundidad, las cuales pueden repararse si lo aprueba el director responsable de obra. Dichas reparaciones deben hacerse eliminando adecuadamente las imperfecciones, soldando con electrodos de bajo hidrógeno que tengan un diámetro como máximo de 4.0 mm., y que cumplan con los requisitos aplicables indicados en 8.9., y, posteriormente, esmerilar la soldadura terminada enrazándola con la superficie adyacente para obtener un buen acabado. Las varillas para uniones directas a tope que tienen extremos cortados deben tener un respaldo no menor de 13 mm. para ajustarlas.

7.2. Ensamble.

7.2.1. Deben prepararse los detalles de la junta a fin de obtener la posición más favorable para soldar.

7.2.2. Cada junta debe tener un claro adecuado y accesible para soldar, acorde con el proceso que está siendo empleado.

7.2.3. Los miembros que van a unirse deben alinearse al máximo para disminuir las excentricidades. Después de soldar, las varillas unidas a tope directo pueden tener un desalineamiento que no exceda de los valores siguientes:

Número de la varilla	Desalineamiento, en mm .
Hasta el 10	3
11 a 14	5
Mayores de 14	6

7.2.4. Para uniones a tope indirectas, el claro máximo entre la varilla y el miembro de unión no debe ser mayor a $1/4$ del diámetro de la varilla, pero no debe exceder de 6 mm.

7.2.5. Para uniones soldadas traslapadas directas, si las varillas se desvían una de la otra más de $1/2$ del diámetro de la varilla o más de 6 mm., mientras que las varillas están aproximadamente en el mismo plano, la unión debe hacerse utilizando una varilla o plancha y deben aplicarse los requisitos para una unión soldada traslapada indirecta (6.7.3. y 7.2.6.).

7.2.6. Para uniones soldadas traslapadas indirectas, el claro máximo entre la varilla y la plancha de unión no debe ser mayor a $1/4$ del diámetro de la varilla, pero no debe exceder de 6 mm.

7.2.7. La soldadura no debe hacerse en, o dentro de la distancia de dos diámetros de la varilla de cualquier parte doblada, en una varilla que ha sido doblada en frío.

7.2.8. A menos que lo autorice el director responsable de obra, no se permite soldar varillas cruzadas, para ensamblar.

7.3. Control de la distorsión, contracción y calentamiento.

7.3.1. Durante el ensamble y unión de partes de una estructura o miembros precolados, el procedimiento y secuencia seguido debe minimizar la distorsión y contracción.

7.3.2. Cuando la soldadura se realiza en varillas u otros componentes estructurales que ya estén embebidos en concreto, debe dejarse una tolerancia para la expansión térmica del acero a fin de prevenir descascarillamiento, agrietamiento del concreto o destrucción significativa de la adherencia entre el concreto y el acero.

7.4. Calidad de las soldaduras.

7.4.1. Las caras de las soldaduras de filete deben ser ligeramente convexas, planas o ligeramente cóncavas, como se muestra en la figura 8 A, B y C no deben presentar las imperfecciones indicadas en la figura 8 D.

7.4.2. Las soldaduras de ranura deben hacerse preferiblemente con un ligero o mínimo refuerzo, exepcto que se indique otra cosa. En el caso de las uniones directas a tope y soldaduras de ranura abocinadas el refuerzo no debe tener una altura mayor a 3 mm., medido desde la varilla principal, y debe tener una transición gradual al plano de la superficie del metal base (figura 8 E). No deebn tener las imperfecciones mostradas en la figura 8 F.

7.4.3. Las soldaduras no deben tener grietas en el metal de soldadura o en la zona afectada por el calor.

7.4.4. Debe existir una fusión completa entre el metal de soldadura y el metal base, así como en los pasos sucesivos durante la soldadura.

7.4.5. Deben rellenarse todos los cráteres de la sección transversal completa de la soldadura.

7.4.6. Se permite un reborde a traslape como máximo de 3 mm., en la soldadura.

7.4.7. No se permite un socavado que tenga una profundidad mayor de 1.0 mm. sin tomar en cuenta la dirección de los esfuerzos; se aceptan socavados, con profundidad hasta 1.5 mm., en las puntas en donde intersectan las soldaduras.

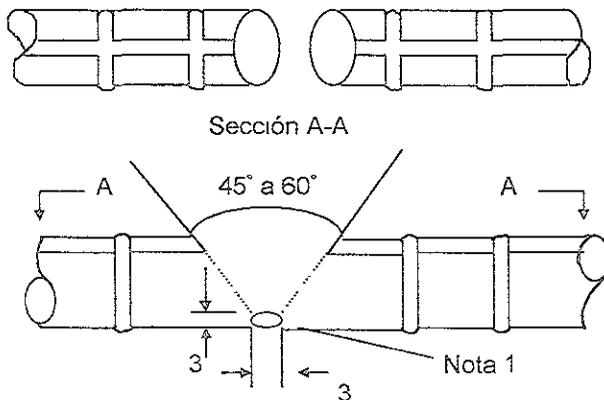
7.4.8. La suma de los diámetros de porosidad tubular en soldadura de ranura con bisel abocinado, de ranura en "V" y soldadura de filete, no deben exceder a 3 mm. en cualquier longitud de soldadura lineal de 25 mm., y no debe exceder de 14 mm en cualquier longitud de soldadura de 150 mm,

UNIONES A TOPE DIRECTAS

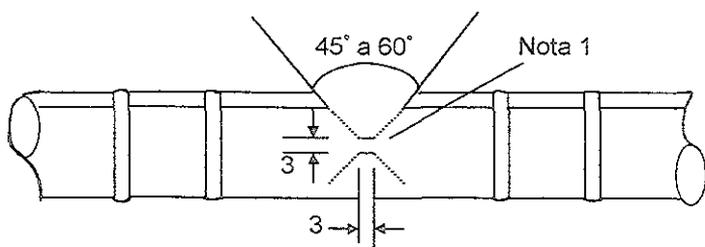
Figura 3

A.- Soldadura de ranura en "V" sencilla

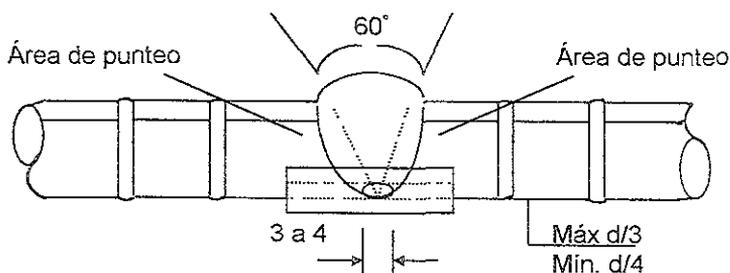
Uniones a tope directas, normalmente, usadas para varillas colocadas en posición vertical



B.- Soldadura de ranura en doble "V".

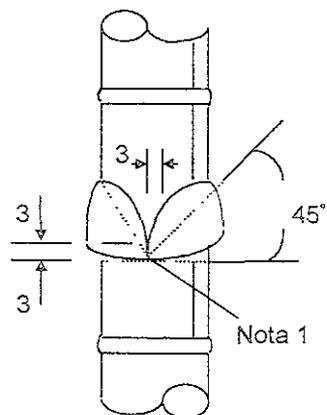
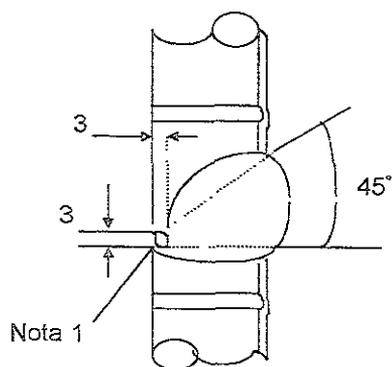


C.- Soldadura de ranura en "V" sencilla con tubo de respaldo



D.- Soldadura de ranura de bisel sencillo D.- Soldadura de ranura de bisel doble

Unión a tope, normal-mente, usadas para varillas colocadas en posición vertical

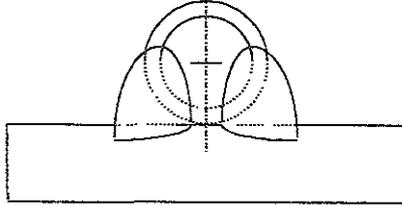


Nota 1. Maquinar, esmerilar o efectuar otra operación hasta encontrar metal sano. Detalle A, B y D para varillas mayores del 9. Detalle C para varillas menores de 9

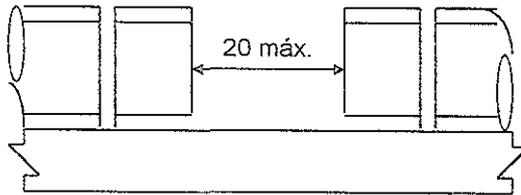
Figura 4

UNIONES A TOPE INDIRECTAS

A.- Uniones a tope indirectas usando una plancha.

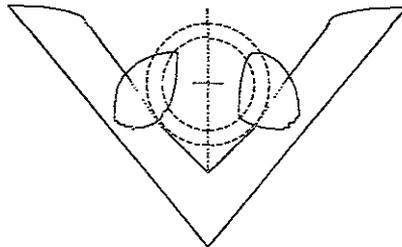


Soldadura de ranura doble bisel abocinada.

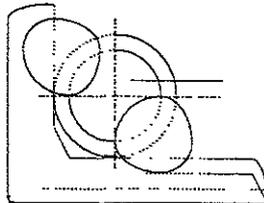


Espaciamiento de las varillas (similar para el detalle B).

B.- Uniones a tope indirectas usando un ángulo.

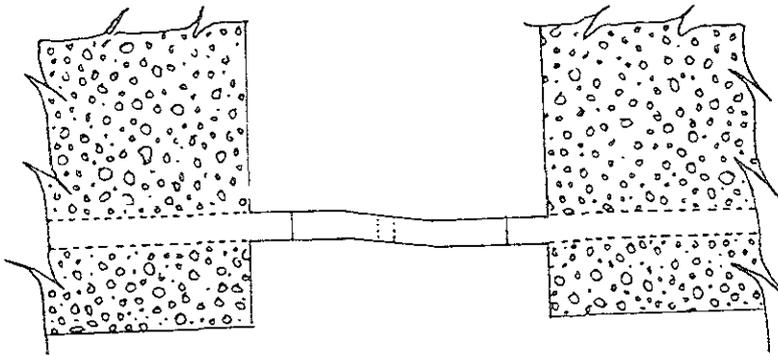


Soldadura de ranura de bisel abocinado.

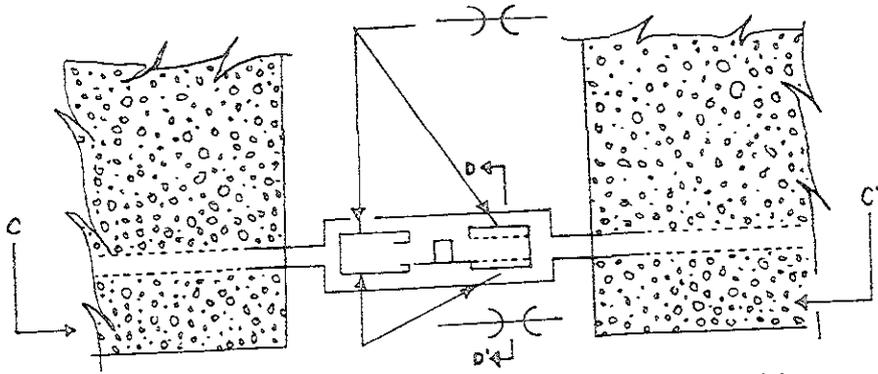


Soldadura de ranura de bisel abocinado

C.- Uniones a tope indirectas usando dos varillas.



Sección C-C



Sección D-D (soldadura de ranura en doble "V" abocinada).

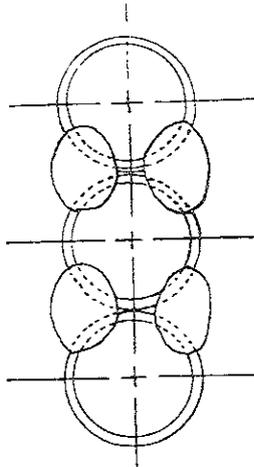
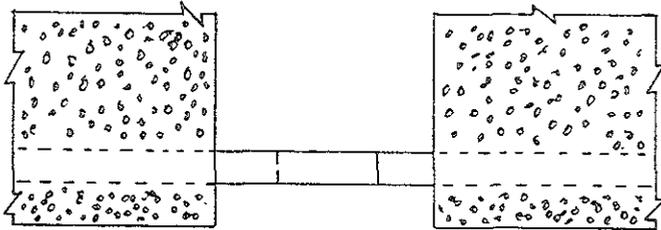


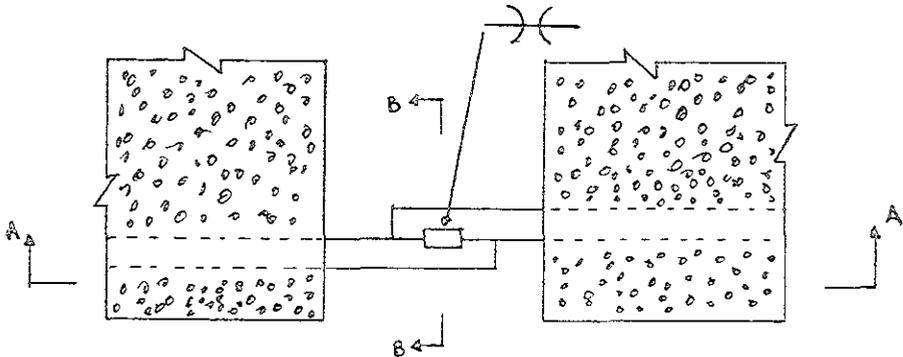
Figura 5

UNIONES TRASLAPADAS.

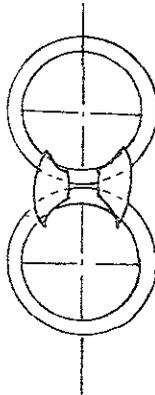
A.- *Traslape directo (con varilla en contacto)*



Sección A

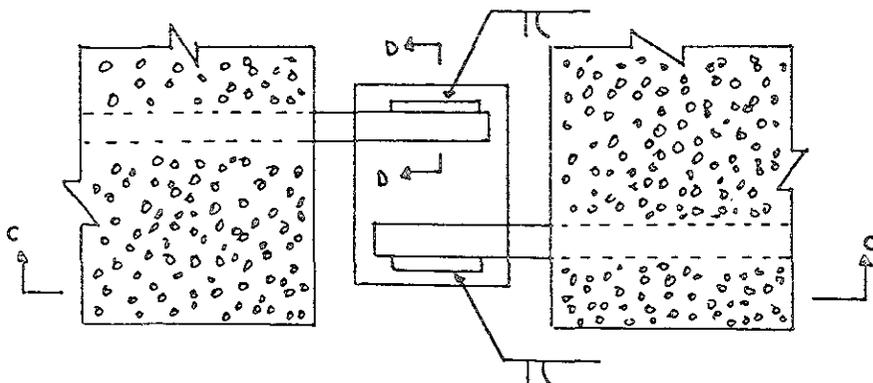


Sección B-B (soldadura de ranura en doble "V" abocinada).



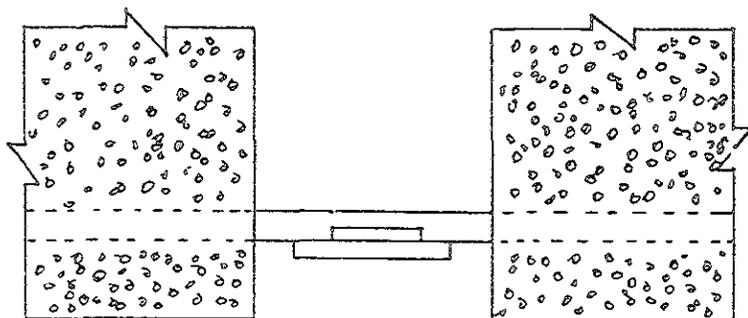
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

B.- Traslape indirecto (con varillas espaciadas).



Nota 1 Cada varilla debe soldarse a la plancha de unión por medio de una soldadura de ranura sencilla o doble; con bisel abocinado.

Sección C-C



Nota 2 Deben considerarse o restringirse los efectos de excentricidad previstos en el diseño de la unión.

Sección D-D (soldadura de ranura de bisel sencillo abocinado).

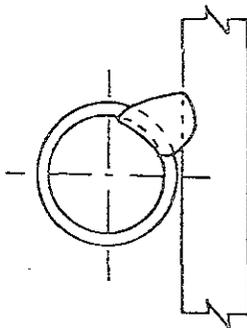
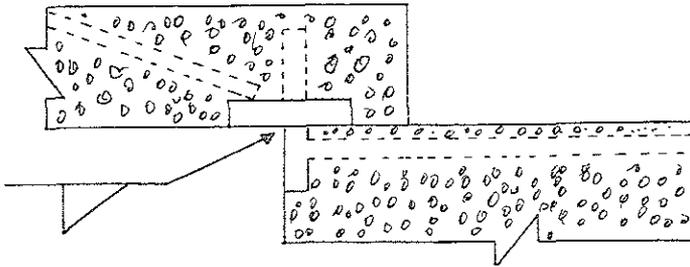


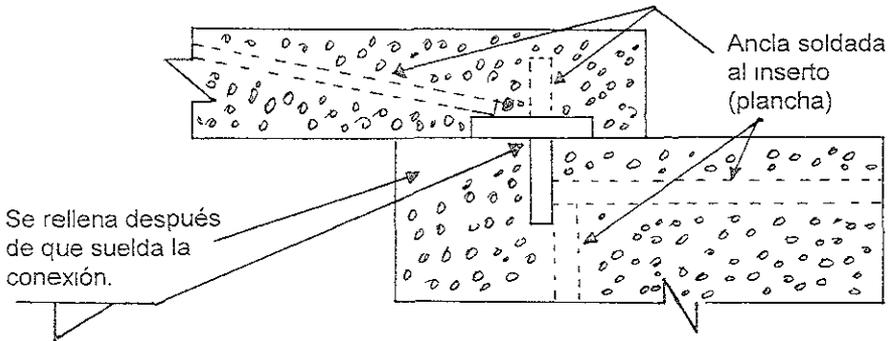
Figura 6

CONEXIONES TÍPICAS DE INSERTOS CON PLANCHA.

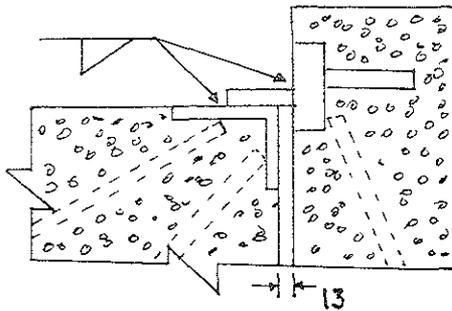
A.- Conexión con exposición directa



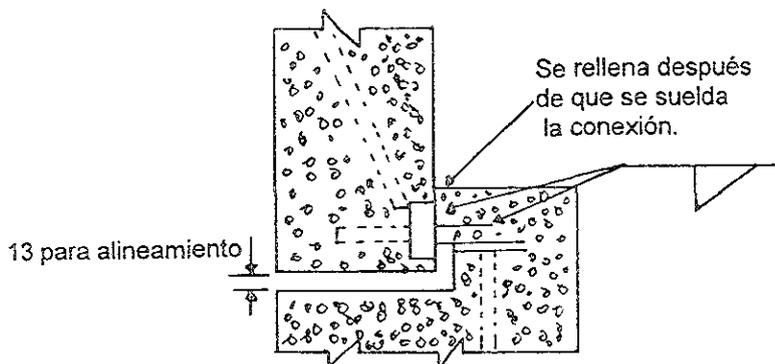
B.- Conexión directa hueca



C.- Conexión indirecta expuesta a través de la plancha de unión.



D.- Conexión indirecta hueca a través de la plancha de unión.



E.- Conexión indirecta hueca a través de la plancha de unión.

Se rellena después de que se suelda la conexión

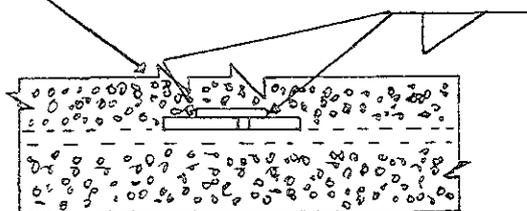
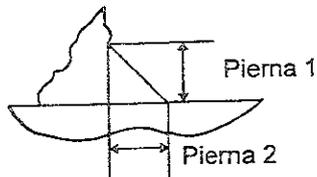
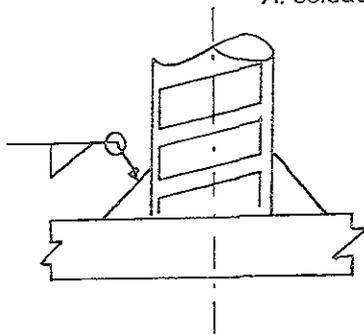


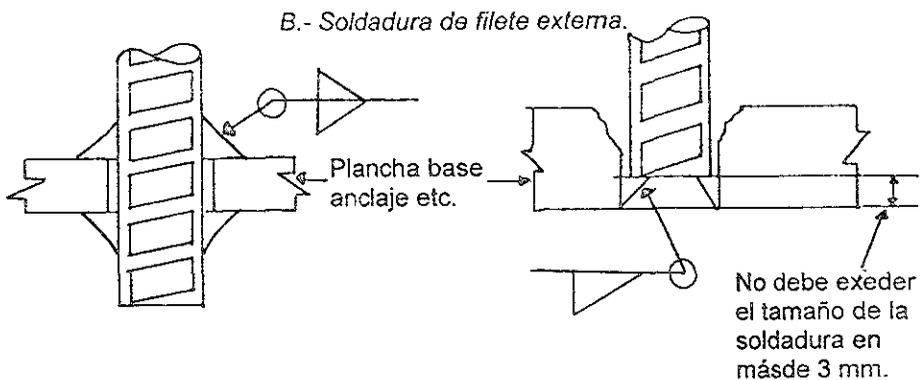
Figura 7

DETALLES DE JUNTAS EN PLANCHAS BASE Y ANCLAS

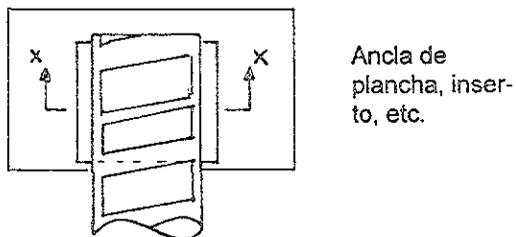
A. soldadura de filete externa.



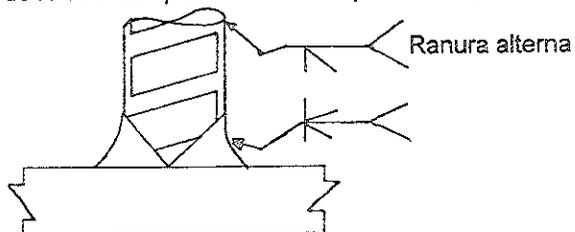
Tamaño = El más pequeño de las dos piernas



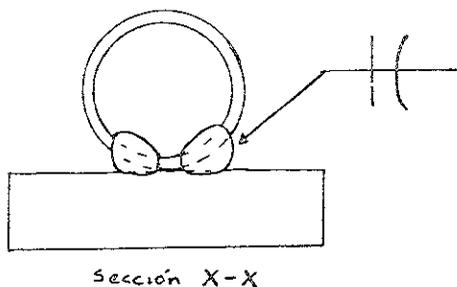
C.- Soldadura de filete interna



D.- Soldadura de ranura con penetración completa de la junta



E.- Junta a traslape en una ancla usando soldadura de bisel abocinado.



7.4.9. En uniones a tope directas inspeccionadas con radiografía, la máxima dimensión de cualquier porosidad individual, discontinuidad del tipo fusión, la suma de las dimensiones máximas de toda la porosidad o discontinuidades del tipo fusión, no deben exceder los límites indicados en la tabla 2 para la prueba radiográfica ver 10.7.3.

Tabla 2.- Criterio de aceptación radiográfico.

Número de la varilla	Suma de las discontinuidades	Discontinuidad individual
8	5	3
9	5	3
10	6	3
11	6	5
14	8	5
18	11	6

7.4.10. Para varillas de refuerzo deformadas, no se recomienda la inspección ultrasónica de uniones a tope directas.

7.4.11. Las soldaduras que no cumplan los requisitos de calidad indicados desde 7.4.1. hasta 7.4.9. deben corregirse removiendo las partes inaceptables o haciendo los cortes necesarios (30 cm a cada lado de la unión soldada) con la preparación adecuada para volver a soldar, lo que sea aplicable.

7.4.12. Las correcciones a soldadura hechas con los procesos de: soldura por arco con electrodo metálico recubierto (SMAW), soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW) o soldadura de arco con electrodo tubular continuo (FCAW), deben efectuarse conforme a una especificación de procedimiento aprobada, aplicable a estos procesos.

7.4.13. Las correcciones a soldaduras efectuadas ya se con aluminotermia o procesos de soldadura con gas a presión tales como: soldadura por arco con electrodo metálico recubierto (SMAW), soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW) o soldadura de arco con electrodo tubular continuo (FCAW), deben hacerse en el metal de aporte y a la temperatura de precalentamiento indicados en la sección 8 para el metal base que va a soldarse

8 Técnica.

8.1. Requisitos del material de aporte.

8.1.1. Para uniones directas a tope, el electrodo, combinación gas-electrodo o grado de metal que va a soldarse debe ser el indicado en la tabla 3. La soldadura por arco con electrodo metálico recubierto (SMAW) debe efectuarse con electrodos de bajo hidrógeno.

8.1.2. Para uniones a tope indirectas, las uniones praslapadas o conexiones de insertos de plancha, el electrodo, combinación gas-electrodo o grado de metal que va soldarse debe tener una resistencia a la tensión por lo menos igual al de la parte que tenga al menor resistencia que se está uniendo. Si el director responsable de obra lo autoriza, puede usarse un metal de aporte que tenga una resistencia más baja que la del metal base.

8.1.3. Para soldadura aluminotérmica, los materiales y compuestos químicos para mezcla aluminotérmica deben ser los recomendados por el fabricante, acorde con el grado de la varilla que va a soldarse.

8.2. Requisitos de la temperatura de precalentamiento e interpasos

8.2.1. Las temperaturas de precalentamiento y de interpasos deben ser las indicadas en la tabla 4 para el proceso que se está utilizando y para el acero que tiene el número mas alto de carbono equivalente, determinado como se indica en 1.2.4.

8.2.2. Los requisitos de precalentamiento se aplican a todas las soldaduras, excepto a la soldadura aluminotérmica y gas a presión.

8.3. Cráteres por contacto de acero.

Debe evitarse los cráteres por contacto de arco del área de la soldadura definitiva. Las grietas o daños resultantes de los cráteres por contacto deben esmerilarse hasta obtener un contorno liso, e inspeccionarlos para asegurarse de su eliminación.

8.4. Soldadura de armado.

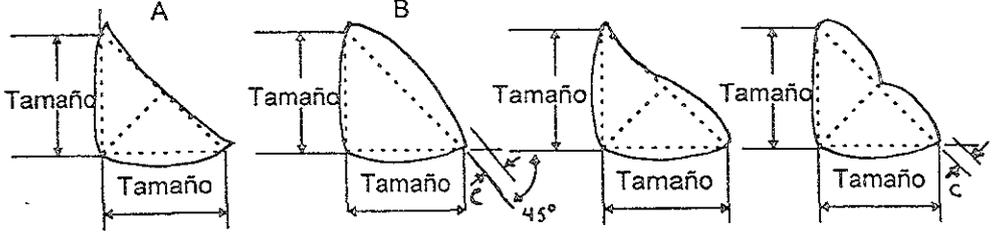
A menos que el director responsable de obra lo autorice, no se permite que las soldaduras de armado llegen a formar parte de uan soldadura definitiva. Estas soldaduras deben hacerse usando requisitos de precalentamiento y calidad similares a los de las soldaduras definitivas.

Figura 8

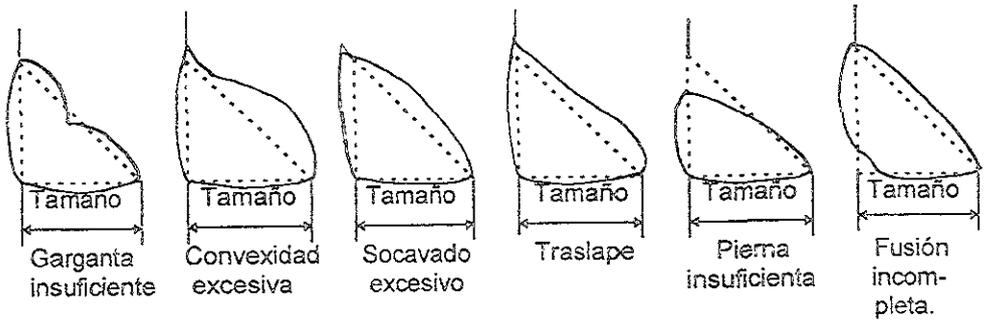
PERFILES DE SOLDADURA ACEPTABLES E INACEPTABLES

A, B.- Perfiles de filete aceptables

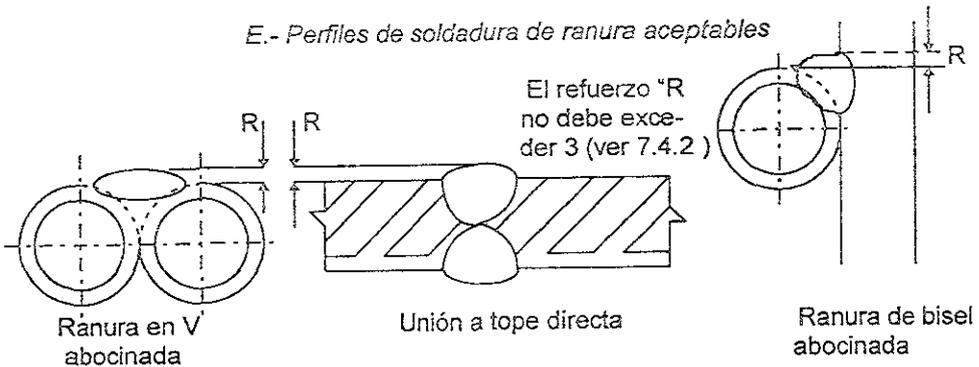
C.- Perfiles de filete aceptables



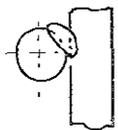
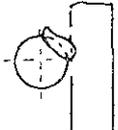
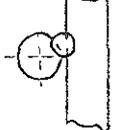
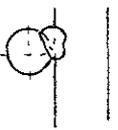
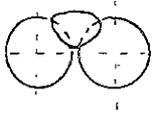
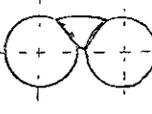
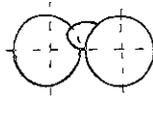
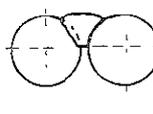
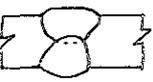
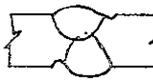
D. Perfiles de soldadura de filete inaceptables



E.- Perfiles de soldadura de ranura aceptables



F.- Perfiles de soldadura de ranura inaceptable

Ranura de bisel abocinadas.				
Ranuras en V abocinadas				
Uniones a tope directas				
	Convexidad excesiva.	Garganta insuficiente.	Socavado excesivo.	Traslape

8.5. Progresión de soldadura.

Para soldar en posición vertical (9 C, posición 3 G o figura 10 C, posición 3 F) la secuencia de todos los pasos debe ser vertical ascendente.

8.6. Soldadura de varillas de refuerzo galvanizadas.

8.6.1. Cuando se emplean uniones a tope directas, la preparación final debe hacerse preferiblemente después de galvanizar y los procedimientos deben ser los mismos que para las varillas sin galvanizar. Debe aplicarse una protección adecuada a la junta terminada para recuperar las propiedades de resistencia a la corrosión de las varillas galvanizadas.

Cuando se hace el galvanizado después de la preparación final, deben aplicarse las opciones 8.6.1.1. y 8.6.1.2.

8.6.2. No se permite la soldadura de varillas de refuerzo galvanizadas usando procesos aluminotermia o gas presión

8.6.3 Cuando se suelda contra superficies galvanizadas, debe contarse con ventilación adecuada para evitar la concentración de humos perjudiciales al soldador (incisos 8.3 y 8.4 de las especificaciones indicadas en A.1).

8.7. Procedimientos para soldadura aluminotérmica.

8.7.1. Las varillas deben mantenerse fijas para que permanezcan alineadas y espaciadas y poder efectuar el ciclo completo de sodar.

8.7.2. El molde debe colocarse con la compuerta centrada entre los extremos de las varillas.

8.7.3. Los extremos de las varillas deben calentarse lo suficiente a fin de eliminar la humedad (nota 3).

8.7.4. No debe removerse el molde por lo menos durante 30 minutos después de que ha concluido la reacción.

Nota 3: Se recomienda calentar las varillas a 204° C y el molde a 121° C, antes de la ignición.

8.7.5. No debe removerse la compuerta de colado y metal excedente o el colector hasta que se haya enfriado totalmente la soldadura.

8.8. Soldadura con gas a presión.

La preparación de las caras que van a soldarse, así como su alineamiento en la junta, las fuentes de calor, el equipo para aplicar la presión, la temperatura, tiempo y niveles de presión, deben ser los recomendados en los procedimientos de soldadura aprobados.

8.9. Electrodo para soldadura por arco con el electrodo metálico recubierto (SMAW).

8.9.1. Electrodo.

8.9.1.1. Los electrodos de bajo hidrógeno para soldadura por arco con electrodo metálico recubierto (SMAW) deben cumplir con los requisitos establecidos en la NOM-H-77 ó NOM-H-86.

8.9.2. Condiciones de almacenamiento de los electrodos de bajo hidrógeno.

8.9.2.1. Todos los electrodos que tengan recubrimiento con bajo hidrógeno indicados por la NOM-H-77, deben comprarse en envases herméticamente sellados o secarse como mínimo durante 2 horas a temperaturas entre 230° C y 260° C hasta que se usen. Los electrodos que tengan recubrimiento de bajo hidrógeno, como los especificados en la NOM-H-86, deben comprarse en

recipientes herméticamente sellados , o deben secarse como mínimo durante una hora a temperatura entre 370° C y 470° C, antes que se usen. Los electrodos deben secarse antes de emplearlos si el envase herméticamente sellado presenta

evidencias de daño. Inmediatamente, después de abrir el envase o al sacar los electrodos de los hornos de secado deben almacenarse en hornos que tengan una temperatura como mínimo de 120° C. Después de abrir el envase o al sacarlos de los hornos de secado o almacenamiento, el electrodo expuesto a la atmósfera no debe exceder los requisitos ya sea de 8.9.2.2. u 8.9.2.3.

8.9.2.2. Períodos de tiempo aprobados de exposición atmosférica.

Después de que se abran los envases herméticamente sellados o después de que los electrodos se sacan de los hornos de secado o almacenamiento, el electrodo expuesto a la atmósfera no debe exceder los valores indicados en la columna A de la tabla 5, para la clasificación del electrodo especificado.

8.9.2.3. Alternativa de los períodos de tiempo de exposición atmosférica establecidos por pruebas.

8.9.2.3.1. Puede usarse la alternativa de los valores de tiempo de exposición indicados en la columna B de la tabla 5, siempre y cuando las pruebas establezcan el tiempo máximo permisible. La prueba debe efectuarse según lo indicado en la NOM-H-86, para cada clasificación del electrodo y cada fabricante de electrodos. Dichas pruebas deben establecer que no se exceden los valores máximos de contenido de humedad indicados en la tabla 9 de la NOM-H-86.

8.9.2.3.2. Además , los recubrimientos de los electrodos bajo hidrógeno E70XX (NOM-H-77 y NOM-H-86), deben limitarse a un contenido máximo de humedad que no exceda de 0.04% en peso

8.9.2.3.3. Estos electrodos no deben usarse cuando la humedad relativa exceda a la humedad relativa que prevalecía cuando se realizó la prueba (apéndice J del código indicado en el apéndice A 3)

8.10. Electrodos y gas de protección para soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW); y, soldadura por arco con electrodo tubular continuo (FCAW).

8.10.1. Electrodos.

8.10.1.1. Los electrodos y gas de protección para soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW) y soldadura por arco con electrodo tubular continuo (FCAW), a fin de obtener una resistencia de fluencia mínima de 412 N/mm² (42 kgf/mm²) o menor, deben cumplir con los requisitos de la NOM-H-97 ó de la NOM-H-99, como se requiera.

Tabla 3.- Requisitos del metal de aporte (aplicable a todas las soldaduras, excepto las indicadas en la nota a).

Metal base	Clasificación de los electrodos para los procesos de soldadura.		
	Soldadura por arco con electrodo metálico recubierto (SMAW) (electrodo de bajo hidrógeno) (ver 8.9.)	Soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW) (ver 8.10).	Soldadura por arco con electrodo tubular continuo. (ver 8.10).
NOM-B-6 grado 30 NOM-B-32 grado 30	NOM-H-77 ó NOM-H-86 E70XX	NOM-H-97 E70S - X ó E70U - 1	NOM-H-99 E70T - X (excepto 2 y 3)
NOM-B-18, grado 35 NOM-B-457, (b)	NOM-H-86 E80XX	NOM-98 ER80 S-B-2 ER80 S-B-L2	Gr E80T
NOM-B-6, grado 42 NOM-B-18, grado 42 NOM-32, grado 42 NOM-B-457, (b)	NOM-H-86 E90XX	NOM-H-98 ER90 S-B-3 ER90 S-B-3L	Gr E90T

Notas:

- a) En el caso de soldaduras de ranura abocinadas y de filete usadas en el método de esfuerzos de trabajo, ver los requisitos de la tabla 1.
- b) Sólo se establece un valor de resistencia de fluencia 412 N/mm² (42 kgf/mm²).

Tabla 4.- Temperaturas de precalentamiento y de interpaso, mínimas (b, c).

Limite de carbono equivalente (d) en %	Número de la varilla	Soldadura por arco electrico metálico recubierto, con electrodos de bajo hidrógeno; soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas; o soldadura de arco con electrodo tubular continuo
0.40 máx.	Hasta 11	no requiere (e)
	Mayores de 11	10 ° C
De 0.41 hasta 0.45	Hasta 11	no requiere (e)
	Mayores de 11	38 ° C
De 0.46 hasta 0.55	Hasta 6	no requiere (e)
	De 7 hasta 11	10 ° C
	Mayores de 11	93 ° C
De 0.56 hasta 0.65	Hasta 6	38 ° C
	De 7 hasta 11	93 ° C
	Mayores de 11	149 ° C
De 0.66 hasta 0.75	Hasta 6	149 ° C
	De 7 y mayores	204 ° C
Mayores de 0.75	Todos	260 ° C

Notas:

a) Cuando el acero de refuerzo va a soldarse a un material estructural principal, los requisitos de precalentamiento de éste también deben considerarse (tabla 5.2 del código indicado en A 3). Los requisitos de precalentamiento mínimos para aplicarlos en este caso, deben ser los requisitos mayores de las dos tablas. De cualquier forma debe ejercerse una precaución extrema en el caso de soldar acero de refuerzo a aceros templados y revenidos, y dichas medidas deben considerarse para cumplir los requisitos de precalentamiento para ambos. Si es posible, no debe usarse soldadura para unir los dos metales base.

considerarse para cumplir los requisitos de precalentamiento para ambos. Si es posible, no debe usarse soldadura para unir los dos metales base.

b) No debe soldarse cuando la temperatura ambiente es de menor de 18° C. Cuando la temperatura del metal base es menor a la indicada pa el proceso de soldadura que se ésta usando, así como el diámetro y límite de carbono equivalente de la varilla que se está soldando; debe precalentarse (excepto que se indique otra cosa) de tal forma que la sección transversal de la varilla sea como mínimo 150 mm, a cada lado de la junta, y la temperatura debe ser igual o mayor a la mínima especificada. Deben ser suficientes las temperaturas de precalentamiento y de interpasos para prevenir formación de grietas.

c) Después que se termina de soldar, deben dejarse enfriar las varillas a temeperatura ambiente. No se permite el enfriamiento acelerado.

d) Cuando no es posible obtener la composición química, debe suponerse un contenido de carbono equivalente, mayor de 0.75% (1.2.4).

e) Cuando la temperatura del matal base es de 5° C o menor precalentarlo, como mínimo, a 21° C. y mantener esta temperatura mientras se sueida.

Tabla 5 Exposición permisible a la atmósfera de los electrodos bajo hidrógeno.

Electrodo	Columna A (horas)	Columna B (horas)
NOM-H-77 E70XX	4 máx	De 4 hasta 10 máx.
NOM-H-86 E70XX	4 máx.	De 4 hasta 10 máx.
E80XX	2 máx.	De 2 hasta 10 máx.
E90XX	1 máx.	De 1 hasta 5 máx.
E100XX	1/2 máx.	De 1/2 hasta 4 máx.
E110 XX	1/2 máx.	De 1/2 hasta 4 máx.

Notas:

- a) Columna A: Los electrodos expuestos a la atmósfera por períodos largos, como se indica, deben secarse nuevamente antes de usarse.
- b) Columna B: Los electrodos expuestos a la atmósfera por períodos más largos a los establecidos por las pruebas, deben secarse nuevamente antes de usarse.
- c) Toad la tabla: Los electrodos deben asegurarse y almacenarse en fundas o en otros pequeños contenedores abiertos. No es mandatorio el calentamiento de los conectores.

8.10.1.2. Para metal de soldadura que tenga una resistencia de fluencia mayor de 412 N/mm² (42 kgf/mm²) para soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW), debe cumplir con los requisitos de la NOM-H-98. El contratista debe demostrar que cada combinación de electrodo y protección propuesta para usarse, produce un metal de soldadura de baja aleación que tenga las propiedades mecánicas siguientes:

Proceso	Resistencia a la tensión, mín. en N/mm ² (kgf/mm ²)	Resistencia de fluencia, mín. en N/mm ² (kgf/mm ²)	Alargamiento en 50 mm., mín. en %
FCAW clase E80T	549 (56)	441 (45)	18
FCAW clase E90T	618 (63)	539 (55)	17
FCAW clase E100T	687 (70)	618 (63)	16

Las propiedades mecánicas deben determinarse en una soldadura de pasos múltiples, efectuada con los requisitos de prueba indicados en la NOM-H-99.

8.10.1.3. Las pruebas de las propiedades mecánicas requeridas en 8.10.1.2. para la clase E100T, deben hacerse usando metal base que cumpla con la especificación indicada en A 2

8.10.2. Gas de protección.

Quando se utiliza para protección un gas o mezcla de gases en soldadura por arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW) o soldadura por arco con electrodo tubular continuo (FCAW) debe ser grado soldadura, que tenga un punto de rocío de menos de 40 ° C o mayor. Cuando lo requiera el director responsable de obra, el fabricante del gas debe proporcionarle un certificado en el que conste que el gas o mezcla de gases es de acuerdo para la aplicación requerida y cumple con el requisito de punto de rocío.

9 Calificación.

9.1. Generalidades

9.1.1. Procedimientos aprobados.

9.1.1.1. Los procedimientos de soldadura de juntas para uniones de varilla de refuerzo, conexiones de varillas y conexiones con inserto que van a usarse en la ejecución del trabajo bajo esta sección, deben establecerse en una especificación de procedimiento y calificarse antes de usarse por las pruebas descritas en 9.2. El director responsable de obra puede aceptar evidencias de calificaciones previas de los procedimientos de la soldadura de juntas que van a emplearse.

9.1.1.2. Se requiere la calificación del procedimiento para ranuras de penetración completa de la junta y ranuras abocinadas para cada posición en la que se suelda (figuras 9).

9.1.1.3. Los procedimientos de soldadura para soldar filetes que cumplan con los requisitos aplicables de los incisos 1, 5, 6, 7 y 8 de ésta norma, se consideran como precalificados.

9.1.1.4. Cada procedimiento de soldadura de juntas que va a usarse debe prepararlo el fabricante o contratista como una especificación del procedimiento, y estar disponible para el personal autorizado. En el apéndice C se muestra un formato indicando la información requerida en la especificación del procedimiento.

9.1.2. Soldador y operador de máquinas para soldar.

9.1.2.1. Todos los soldadores y operadores de máquinas de soldar que se rijan bajo ésta norma, deben calificarse conforme a las pruebas descritas en el inciso 9.3. El director responsable de obra, puede aceptar evidencias de calificación previas de los soldadores y operadores de máquinas de soldar que van emplearse.

Figura 9

UNIÓN A TOPE DIRECTA-POSICIONES DE PRUEBA PARA SOLDAR EN RANURA.

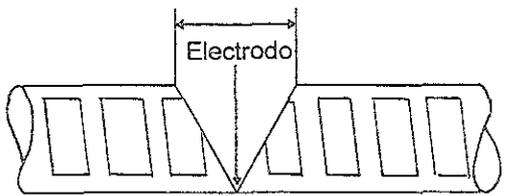
A.-Posición 1 G

B.- Posición de prueba 2 G

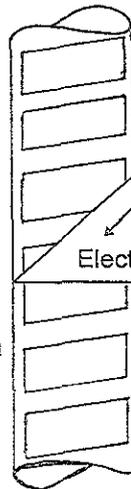
Varilla horizontal

Varilla vertical

Extremo abierto del ángulo de ranura
cara superior



Garganta de la soldadura
en plano vertical.



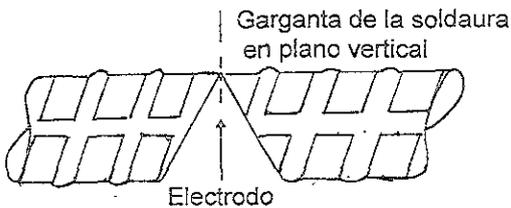
Garganta de la ranura
en plano horizontal

Extremo abierto del ángulo de
ranura, cara
lateral!

Electrodo

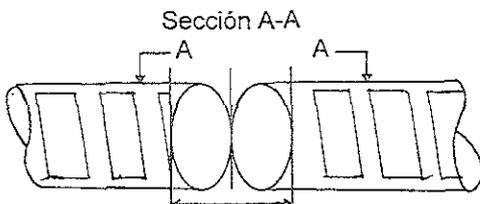
C.-Posición 3 G

D.- Posición de prueba 4 G



Garganta de la soldadura
en plano vertical

Electrodo



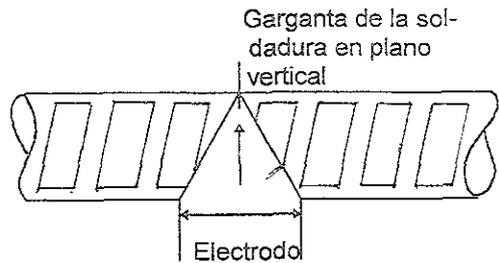
Sección A-A

A

A

Extremo abierto del ángulo de ranura
cara lateral!

Varilla horizontal



Garganta de la soldadura
en plano
vertical

Electrodo

Extremo abierto del ángulo de ranura,
cara descendiente.

9.2.2. Tipos de pruebas y sus propósitos.

Las pruebas indicadas a continuación, son para determinar la resistencia a la tensión y nivel de sanidad de las juntas soldadas, efectuadas bajo una especificación de procedimiento indicado.

- 1) Prueba de tensión en sección completa (para resistencia a la tensión).
- 2) Prueba de macroataque (para sanidad).

10 Inspección

10.1 Requisitos generales.

10.1.1 El inspector designado por el director responsable de obra debe asegurarse que toda la construcción soldada se efectúe conforme a los requisitos de esta norma

APENDICE A.- Especificaciones extranjeras.

Hasta que se eleboren las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. deben consultarse en forma supletoria las siguientes especificaciones extranjeras.

- A 1 ANSI-Z- 49.1 "Safety in Welding and Cutting".
- A 2 ASTM-A-514 "Specification for High-Yield Strength, Quenched and pered Alloy Steel Plate, Suitable for Welding".
- A 3 AWS-D1.1 "Structural Welding Code-Steel".

APENDICE B.- Términosw y definiciones.

B 1 Soldadura de ranura de penetración completa (complete joint penetration groove weld).

Soldadura de ranura que puede hacerse por ambos lados o en uno solo, en un reapaldo que tiene penetración y fusión completa con el metal base y en toda la profundidad de la junta.

B 2 Juntas a tope directas (direct butt aplices).

Soldadura entre varillas de refuerzo situadas aproximadamente en el mismo plano y alineadas correctamente para minimizar la excentricidas (figura 3).

B 3 Defecto ocacionado por la fusión (fusion type defect).

En la fusión de la soldadura significa: inclusiones de escoria, gas atrapado, fusión incompleta, penetración inadecuada y defectos similares, generalmente, alargados.

B 4 Soldadura de ranura de penetración parcial (partial joint penetration groove weld).

Soldadura de ranura que puede hacerse por ambos lados o en uno solo y que tiene una penetración parcial o incompleta.

B 5 Electrodo en tandem (tandem electrodes).

Se refiere a un arreglo geométrico de los electrodos, en el cual una línea a través de los arcos es paralela a la dirección de la soldadura.

11 Bibliografía.

AWS D 1.4 -1979 "Structural Welding Code-Reinforcing Steel".

VI PLANOS ESTRUCTURALES

VI. PLANOS ESTRUCTURALES

VI. 1. OBJETIVO

Como un plano es la información que tiene el constructor para realizar físicamente lo que se ha plasmado en papel, es importante que éste sea lo más preciso y detallado para que se pueda ejecutar en campo con mayor facilidad. Existen varios tipos de planos: arquitectónicos, hidráulicos, sanitarios, de acabados, estructurales, etc. En este capítulo se verán los planos estructurales, éstos, deben contener la información necesaria para realizar armados, traslapes, diferentes calibres y tipos de varillas, detalles de soldadura, etc. Además de la información técnica antes mencionada que está basada en las normas y reglamentos de construcción, dichos planos contienen más detalles que se desarrollarán a continuación.

VI. 2. CUADRO DE DATOS

Los datos que se registran son, por una parte el nombre o la razón social de la empresa que realiza el proyecto así como los nombres de las personas que participan en el cálculo, revisión y aprobación, está última la realiza el Director Responsable de Obra y Corresponsable en Seguridad Estructural, también se encuentra el nombre o la razón social de la empresa que mando a hacer el proyecto, lugar y fecha, nombre del proyecto, escala, número de plano, y la ubicación de la obra,

VI. 3. NOTAS GENERALES

Las notas generales en un plano estructural son importantes, en ellas, se determina o se dan las especificaciones de los materiales así como los diferentes detalles de armado, o detalles de soldadura en caso de contener o tener alternativas para el constructor. Todas estas especificaciones son generalmente del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, y de sus Normas Técnicas Complementarias, también se encuentra lo referente a los materiales, y la normatividad se toma de la Dirección General de Normas, que es el organismo encargado de dar las especificaciones de los diferentes materiales y las diferentes pruebas que se deben aplicar, así como las normas de calidad que deben satisfacer dichos materiales, por otra parte si no es tomado el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal se debe de detallar en base a que reglamento se dan las especificaciones.

VI. 4. NOTAS PARTICULARES

En las notas particulares se coloca lo referente a las anotaciones propias del plano o que no están en las notas generales, un ejemplo son las acotaciones, ya que en ocasiones están en centímetros o en milímetros y los niveles están en metros, también los detalles por lo general se encuentran fuera de escala y requieren ser aclarados.

VI. 5. CORTES Y DETALLES

Generalmente hay partes del dibujo que por la misma escala que se utiliza quedan demasiado pequeños, por lo es conveniente realizar detalles en los que se puede dar un tamaño diferente a la escala general del dibujo, con esto se puede apreciar mejor el lugar poco visible. Por otra parte los dibujos generalmente se realizan en planta por lo es necesario realizar cortes longitudinales así como transversales, estos se desarrollan dando una mejor vista y proporcionando las dimensiones que tiene un determinado elemento.

VI. 6. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

El procedimiento constructivo es la forma de realizar o desarrollar los trabajos en un determinado lugar, éstos generalmente están limitados por el espacio en donde se va a construir, asimismo en ocasiones hay que apoyarse en planos de taller para una determinada estructura o seguir una tabla donde se especifiquen los calibres de las varillas a utilizar.

VI. 7. OBSERVACIONES DE UN PLANO ESTRUCTURAL

En esta parte se desglosara un plano estructural para poder observar lo que contiene, asimismo se hará referencia de lo desarrollado en este trabajo con respecto a la reglamentación y al acero de refuerzo.

ESPECIFICACIONES GENERALES

- 1 RIGEN LAS ESPECIFICACIONES DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL Y SUS NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS, ASI COMO LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS INDICADAS A CONTINUACION

ACERO

DE ACUERDO CON LA NORMA NOM B-172

- DE CADA LOTE DE 10 TON O FRACCION, FORMADO POR BARRAS DE UNA MISMA MARCA, UN MISMO GRADO, UN MISMO DIAMETRO Y CORRESPONDIENTES A UNA MISMA REMESA DE CADA PROVEEDOR, SE TOMARA UN ESPECIMEN PARA ENSAYE DE TENSION Y UNO PARA ENSAYE DE DOBLADO, QUE NO SEAN DE LOS EXTREMOS DE BARRAS COMPLETAS. LAS CORRUGACIONES SE PODRAN REVISAR EN UNO DE DICHO ESPECIMENES. SI ALGUN ESPECIMEN PRESENTA DEFECTOS SUPERFICIALES PUEDE DESCARTARSE Y SUSTITUIRSE POR OTRO.

CONCRETO

- LOS MATERIALES PETREOS, GRAVA Y ARENA, DEBERAN CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA NOM C-111.
- LA ELABORACION DEL CONCRETO CLASE 2, PREMEZCLADO, DEBERA SATISFACER LOS REQUISITOS DE LA NORMA NOM C-155.
- PREVIO A LA COLOCACION DEL CONCRETO EN LAS CIMBRAS SE HARAN PRUEBAS PARA VERIFICAR QUE CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE REVENIMIENTO SEGUN LA NORMA NOM C-156 Y PESO VOLUMETRICO DE ACUERDO CON LA NORMA NOM C-162
- LA CALIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO SE VERIFICARA MEDIANTE PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESION EN CILINDROS ELABORADOS, CURADOS Y PROBADOS DE ACUERDO CON LAS NORMAS NOM C-160 Y NOM C-83 EN UN LABORATORIO ACREDITADO POR EL SINALP

ESPECIFICACIONES PARTICULARES

- 1 ACOTACIONES EN CENTIMETROS, NIVELES EN METROS
2. TODAS LAS ACOTACIONES DEBERAN VERIFICARSE EN SITIO
3. LOS DETALLES QUE SE INDICAN ESTAN FUERA DE ESCALA.
4. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:

- a) CONCRETO NORMAL CLASE 1 DE P V $\geq 2.2 \text{ ton/m}^3$ Y T.M.A. = 19 mm
- b) $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ EN MUROS DE CONCRETO Y AMPLIACION DE COLUMNAS
- d) ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ PARA DIAMETROS MAYORES A 1/4" y $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ PARA DIAMETRO DE 1/4".

5. LA SEPARACION INDICADA ENTRE VARILLAS ES DE CENTRO A CENTRO.
6. TODOS LOS BARRENOS QUE SE REALICEN PARA ANCLAR CONECTORES DEBERAN RELLENARSE CON PASTA EPOXICA ULTRAPOXY STAHL-BETON O SIMILAR
7. LA APLICACION DE LA RESINA EPOXICA (PASTA) ULTRAPOXY STAHL-BETON DE ULTRA RECUBRIMIENTOS, S.A DE C.V. DEBERA EFECTUARSE SIGUIENDO LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE
8. ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL E-2

ESPECIFICACIONES GENERALES Y PARTICULARES. AQUI SE DAN LAS DIFERENTES NORMAS TANTO DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCION PARA EL D F Y SUS NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS, COMO LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS, TAMBIEN SE DEFINEN LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

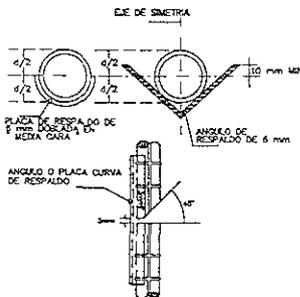
- LA CONSTRUCCION DE LOS MUROS DE CONCRETO DEBERA REALIZARSE EN FRENTE SIMULTANEOS EN UNA MISMA PLANTA, COMENZANDO EN PLANTA BAJA Y CONTINUANDO HACIA LOS NIVELES SUPERIORES, NO SE PERMITIRA LA CONSTRUCCION DE MUROS EN UN NIVEL CUANDO NO SE HAYAN CONCLUIDO LOS MUROS EN EL NIVEL INFERIOR.
- SE DEBERAN RETIRAR TODAS LAS INTERFERENCIAS: PLAFONES, LAMPARAS, ALFOMBRAS, ACABADOS, ETC. DE LA ZONA QUE SE REQUIERA PARA LA CONSTRUCCION DE LOS MUROS DE REFUERZO.
- SE DEMOLERAN FRONTS EN LOSAS HASTA LLEGAR AL ACERO DE REFUERZO EN EL LECHO ALTO DE NORQUARRAS Y SE RETIRARA EL REFORZAMIENTO DE LAS COLUMNAS A LAS QUE SE CONECTAN LOS MUROS PARA LLEVAR LOS BARREROS INDICADOS EN ESTE PLANO, DE MANERA QUE SE LIBRE EL ACERO DE REFUERZO EXISTENTE.
- LOS BARREROS SERAN DE DIAMETRO 1/8" MAYOR QUE EL DIAMETRO DEL CONECTOR QUE SE VAYA A COLARLOS.
- UNA VEZ REALIZADO EL BARRERNO, ESTE SE LAMPARA DE POLVO Y PARTICULAS SUELTAS MEDIANTE CHORRO DE AIRE, Y SE RELLENARA CON PASTA EPOXICA ULTRAPOLYDOL STAH-BETON DE ULTRAREFORZAMIENTOS, S. A. DE C. V. SIGUIENDO LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE. EL BARRERNO SE RELLENARA HASTA EN UN 40% DE SU VOLUMEN TOTAL.
- SE COLOCARA LA VARELLA PERMANENTE CORTADA CON LA LONGITUD ESPECIFICADA, VORTICANDO QUE LA PASTA SATURE POR COMPLETO EL BARRERNO.
- NO SE PERMITIRA MOVER O GOLPEAR LOS CONECTORES SINQ HASTA PASADO EL TIEMPO DE FRAGUADO INDICADO POR EL FABRICANTE DE LA PASTA EPOXICA.
- LOS TRABAJOS DE DEMOLICION SE HARAN CUANDO LA SEGURIDAD DEL PERSONAL DE TRABAJO ASI COMO EVITANDO OCASIONAR DAÑOS AL EDIFICIO.
- EL MATERIAL PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES SE RETIRARA INMEDIATAMENTE, LLEVANDOLO AL LUGAR QUE HAYA SIDO DEFINIDO POR PEXEX PREVIAMENTE.
- EL ACERO DE REFUERZO CUMPLIRA LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA NOM B6 O NOM B244, O NOM B457 CON $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.
- LOS DOBLECES Y GANCHOS SE HARAN CONFORME A LA TABLA INCLUIDA EN ESTE PLANO.
- EL ACERO DE REFUERZO DEBERA COLOCARSE Y MANTENERSE FIRME DURANTE EL COLADO, EN LAS POSICIONES, FORMA, LONGITUDES, SEPARACIONES Y AREAS DEFINIDAS POR EL PROYECTO.
- LAS CUBRAS DEBERAN DAR ACABADO APARENTE EN TODOS LOS MUROS.
- TODAS LAS SUPERFICIES QUE VAYAN A ESTAR EN CONTACTO CON EL CONCRETO FRESCO DEBERAN ESTAR LIBRES DE POLVO, BASURAS, GRASAS O CUALQUIER OTRA IMPUREZA.
- TODAS LAS SUPERFICIES DE CONCRETO VIEJO QUE VAYAN A ESTAR EN CONTACTO CON CONCRETO NUEVO DEBERAN SER SATURADAS CON AGUA PREVIO AL COLADO DEL NUEVO ELEMENTO.
- SE CUBRARA EL TRANSPORTE Y VACIADO DEL CONCRETO EVITANDO LA SEGREGACION DE LOS MATERIALES, EL CONCRETO NO PODRA CAER LIBREMENTE DESDE UNA ALTURA MAYOR A 2.5 m.
- EL CONCRETO PARA LOS MUROS DEBERA VAGIARSE DESDE EL NIVEL INMEDIATO SUPERIOR ABRIENDO CAJA EN LA CAPA DE COMPRESION COMO SE INDICA EN DETALLE 2.
- SE PROCEDERA A COLAR EN CAPAS DE 80 cm DE ALTURA, VERANDO CADA UNA DE ELLAS ANTES DE VAGIAR LA SIGUIENTE CAPA.
- SE TOMARAN MUESTRAS DURANTE LOS COLADOS DE ACUERDO A LA NORMA NOM C-155-1987 Y SE DETERMINARA SU RESISTENCIA DE ACUERDO A LA NORMA NOM C-63-1983.
- DESPUES DE RETIRAR LA CUBRA APLICAR A LA SUPERFICIE DE CONCRETO, UNA MEMBRANA DE CURADO PARA EVITAR PERDIDA DE HUMEDAD.

DETALLES DE DOBLECES Y TRASLAPES DEL ACERO DE REFUERZO

φ	r	a	b	c	f_{em100}	f_{em200}	f_{em250}
2.5	4	8	16	16	40	40	40
3	5	10	20	20	45	45	45
4	6	12	24	24	50	50	50
5	7	14	28	28	55	55	55
6	8	16	32	32	60	60	60
8	12	24	48	50	—	—	—
10	15	30	60	65	—	—	—
12	17	34	68	73	—	—	—

φ EN UNA ZONAS DE EMPUJA MAS DE LA MITAD DEL REFUERZO LAS LONGITUDES DE TRASLAPAMIENTO DE UN EJE

NO SE ASHETARAN TRASLAPES EN VARELLAS DEL No. 8 o MAYORES, ES ESTOS CASOS LAS VARELLAS SE SOLDARAN DE ACUERDO CON EL SIGUIENTE DETALLE.

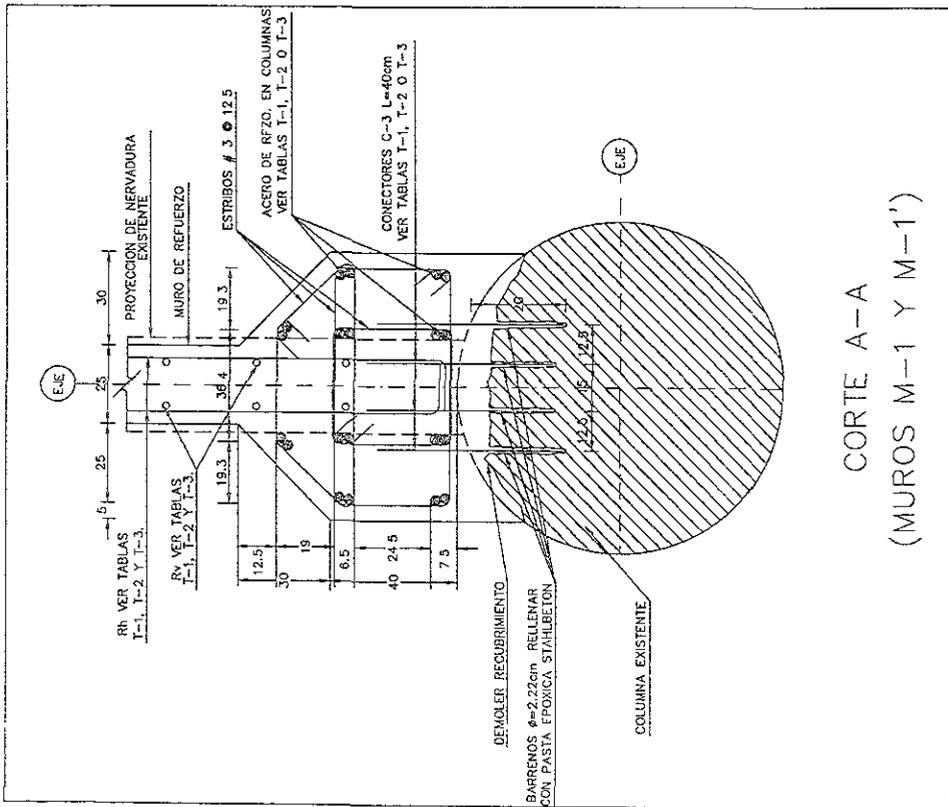


LOS TRES O CUATRO PRIMEROS CONDORES SE DEPOSITARAN CON ELECTRODO DE 1/8 o 3/16 PULG. DE DIAMETRO EN LOS RESTANTES PUEDE USARSE ELECTRODOS MAS GROSOS, EN NINGUN CASO SE PERMITE ENCENDER EL ARCO CONTRA LAS VARELLAS QUE SE VAN A SOLDAR.

QUEDA PROHIBIDO EL EMPLEO DE LA SOLDADURA PARA MANTENER EN POSICION CORRECTA LAS VARELLAS, YA SEAN LONGITUDINALES O ESTREBOS.

EN ESTA PARTE SE DA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO CON EL QUE SE DEBE EJECUTAR LA OBRA, ASI MISMO TENEMOS EL CUADRO DE DETALLES DE DOBLECES Y TRASLAPES, ASI COMO LOS DE SOLDADURA.

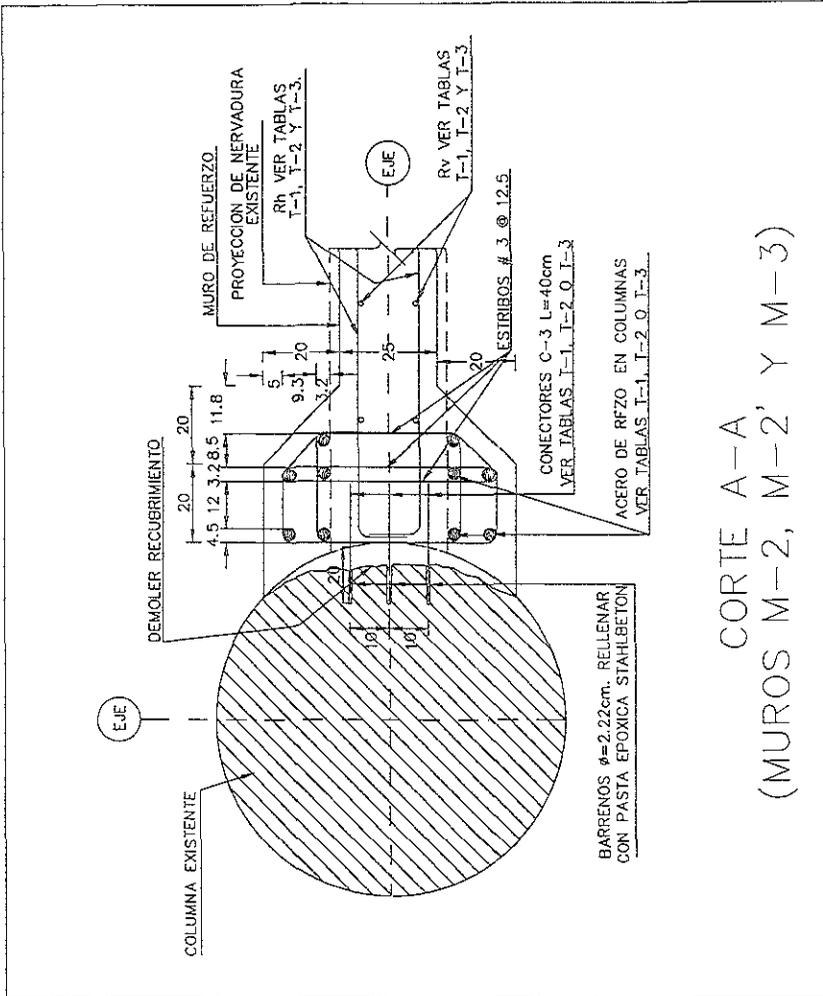
CUADRO No. 2



CORTE A-A
(MUROS M-1 Y M-1')

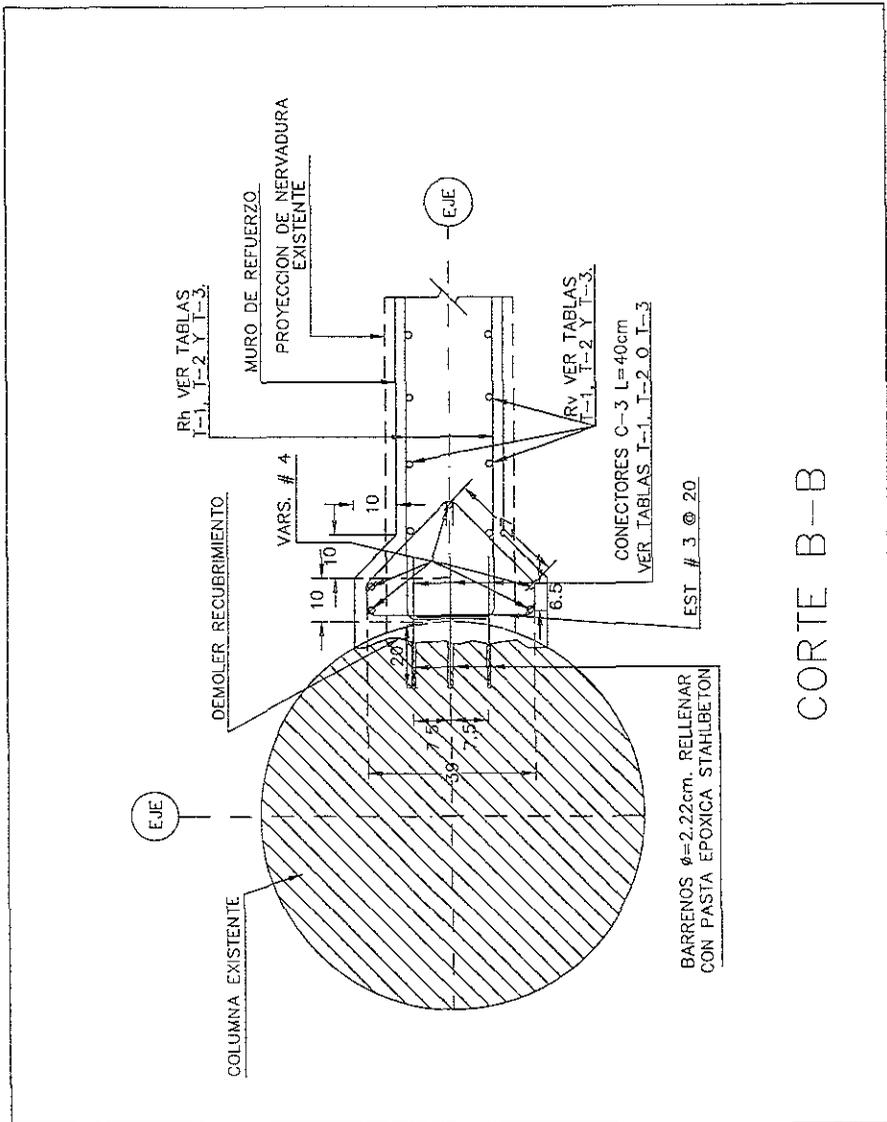
AQUÍ TENEMOS UN CORTE (A-A DE MUROS TIPO M-1 Y M-1'), SON MUROS CON REFUERZO. EN EL SE OBSERVA EL ARMADO DE LAS COLUMNAS, ASÍ COMO LOS BARRENOS Y LOS CONECTORES LOS CUALES SE ESPECIFICAN EN EL CUADRO No. 11

CUADRO No. 3



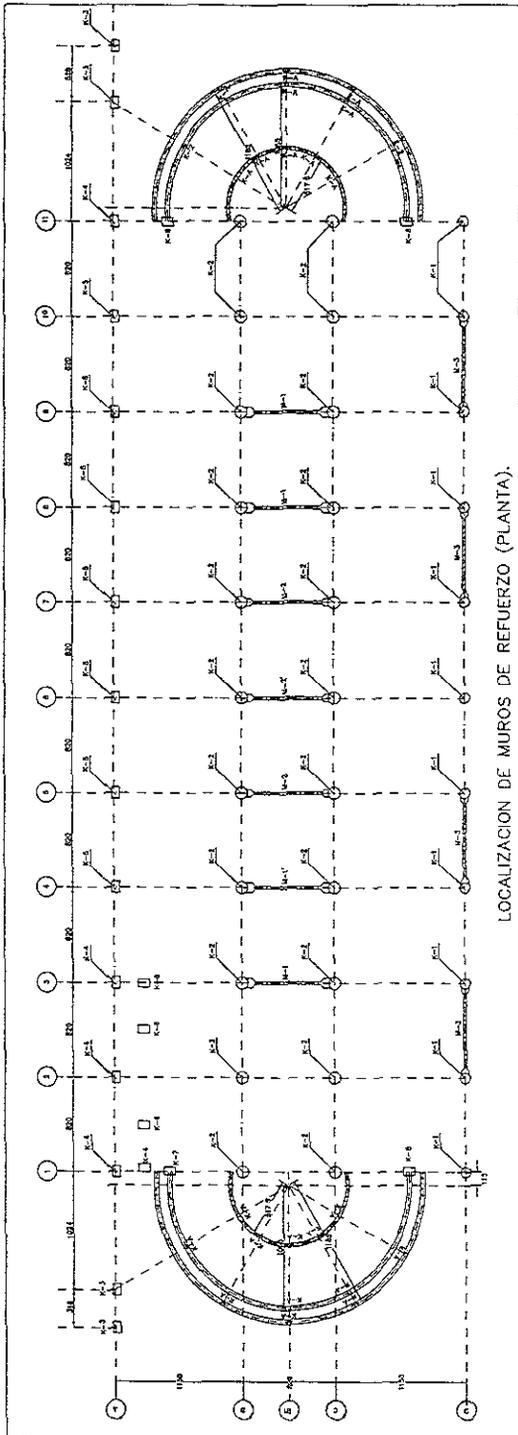
MISMO CORTE (A-A DE MUROS TIPO M-2, M-2' Y M-3) DE MUROS CON REFUERZO SIMILAR AL CUADRO No. 3
 LA DIFERENCIA ES LA CANTIDAD DE ACERO DE REFUERZO ESPECIFICADA EN EL CUADRO No. 11

CUADRO No. 4



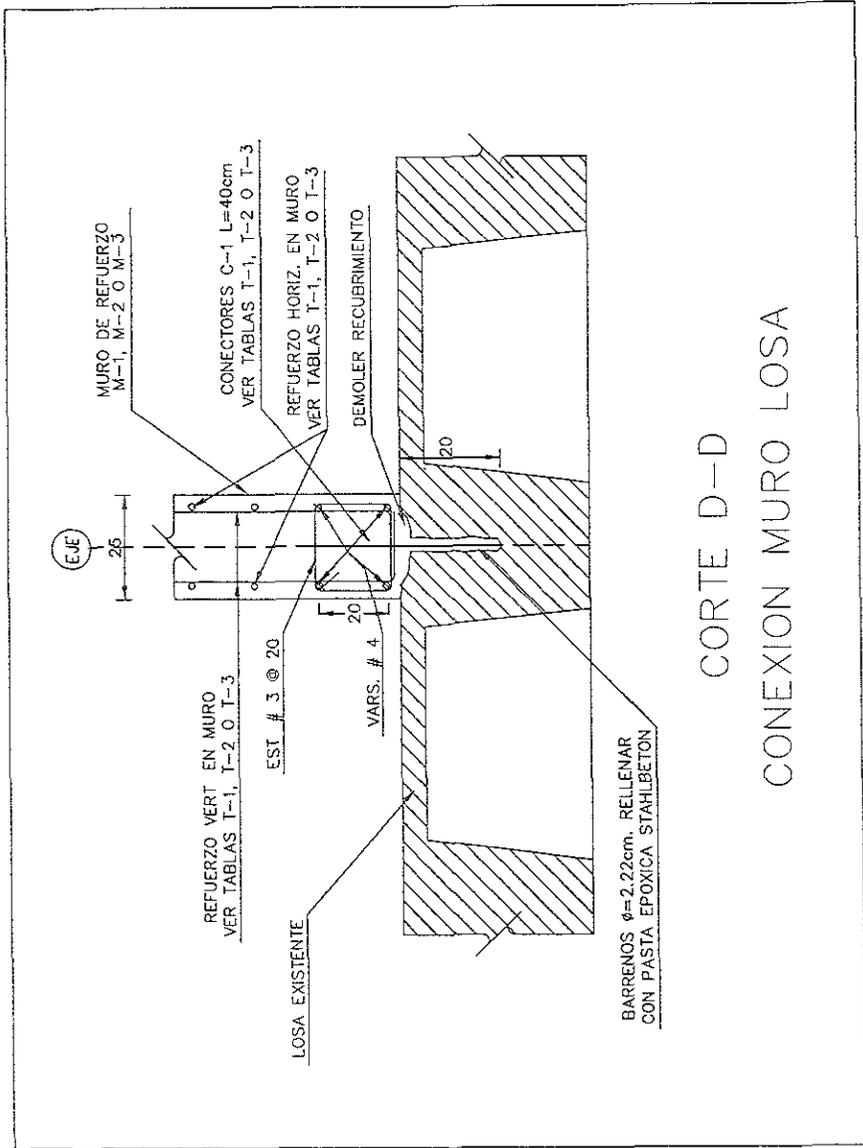
CORTE B-B, AQUI SE DA LA COLOCACION DEL ARMADO DE MUROS SIN REFUERZO,
 APOYADOS CON LAS TABLAS DEL CUADRO No. 11.

CUADRO No. 5



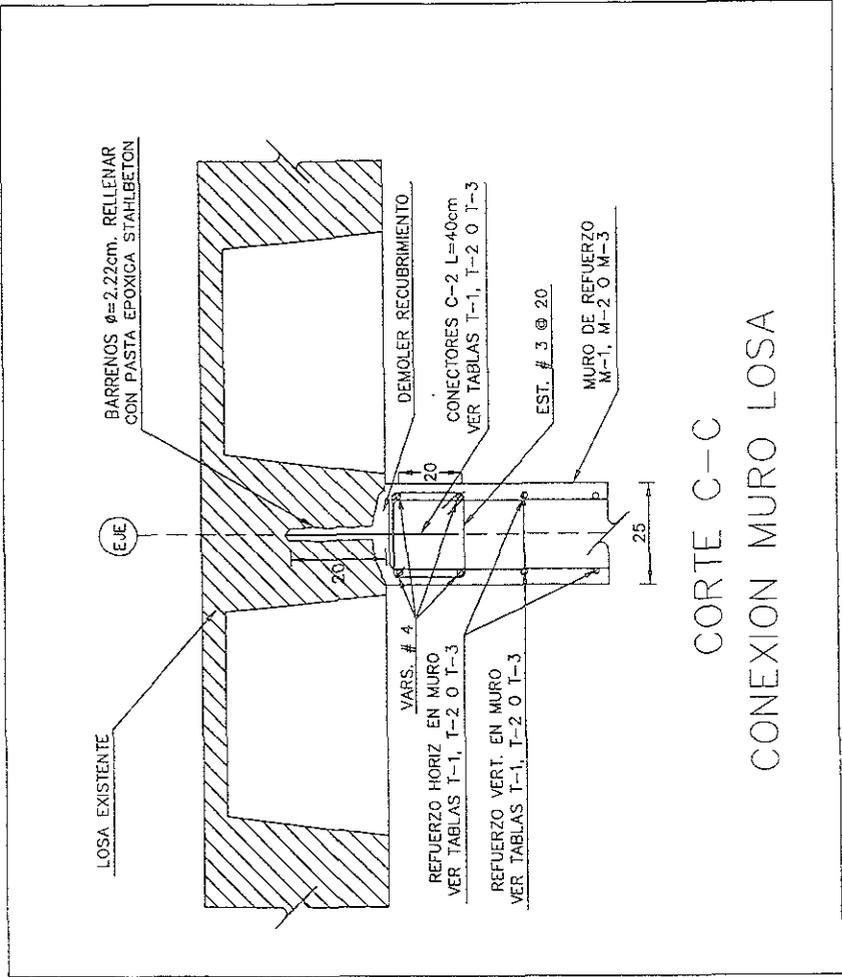
LOCALIZACION DE MUROS DE REFUERZO (PLANTA).

MAN SE OBSERVA UNA PLANIA GENERAL, CON ESPACIO, FONTE DE INGENIERIA, LA LOCALIZACION DE LOS ESPERADOS MUROS (M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-6, M-7, M-8, M-9, M-10, M-11).



AQUI SE TIENE EL CORTE D-D PROCEDENTE DE LOS CORTES ESQUEMATICOS DE LOS MUROS CON Y SIN REFUERZO EN COLUMNAS,
 EN EL SE OBSERVA LA CONEXION ENTRE EL MURO Y LA LOSA EN ESTE CASO LA DE PISO

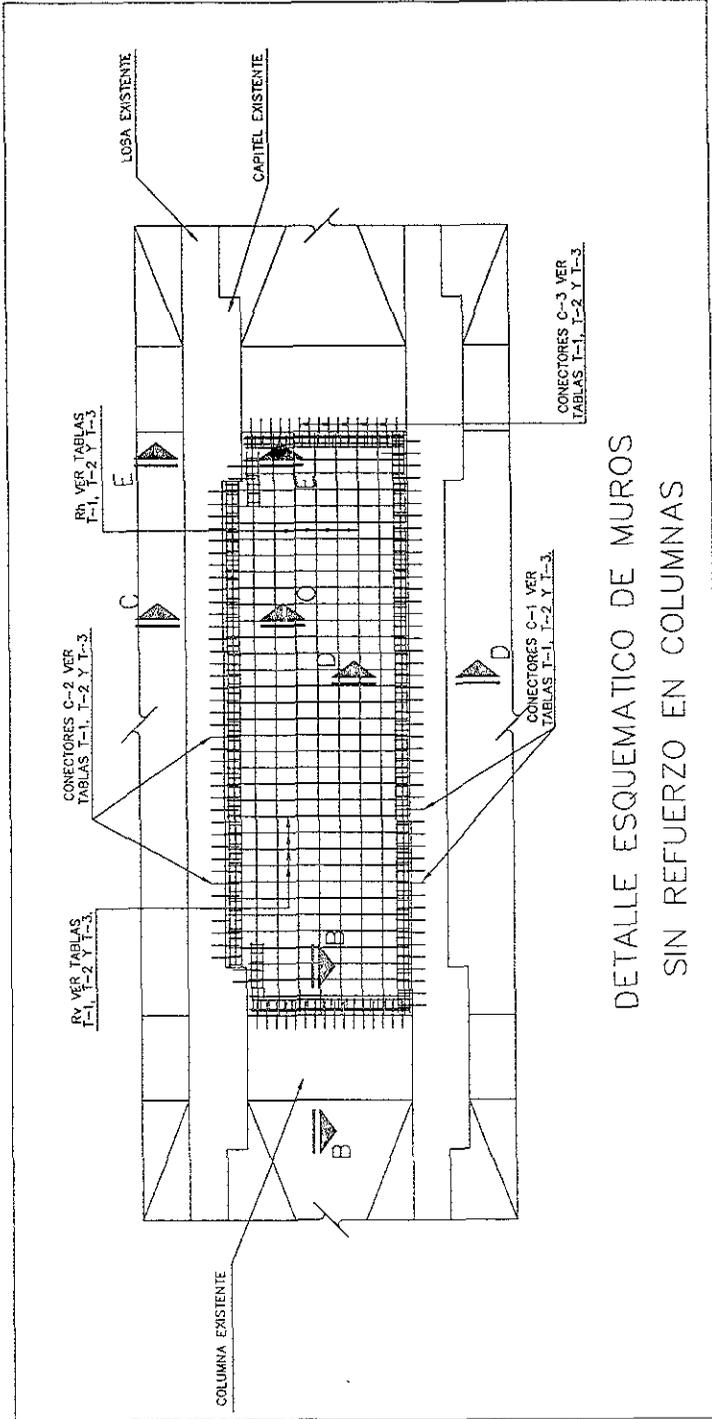
CUADRO No. 7



CORTE C-C
 CONEXION MURO LOSA

AQUI SE TIENE EL CORTE C-C, EL CUAL NOS MUESTRA LA CONEXION ENTRE EL MURO Y LA LOSA, EN ESTE CASO, LOSA TAPA, ESTO ES PARA MUROS CON REFUERZO Y SIN REFUERZO EN COLUMNAS.

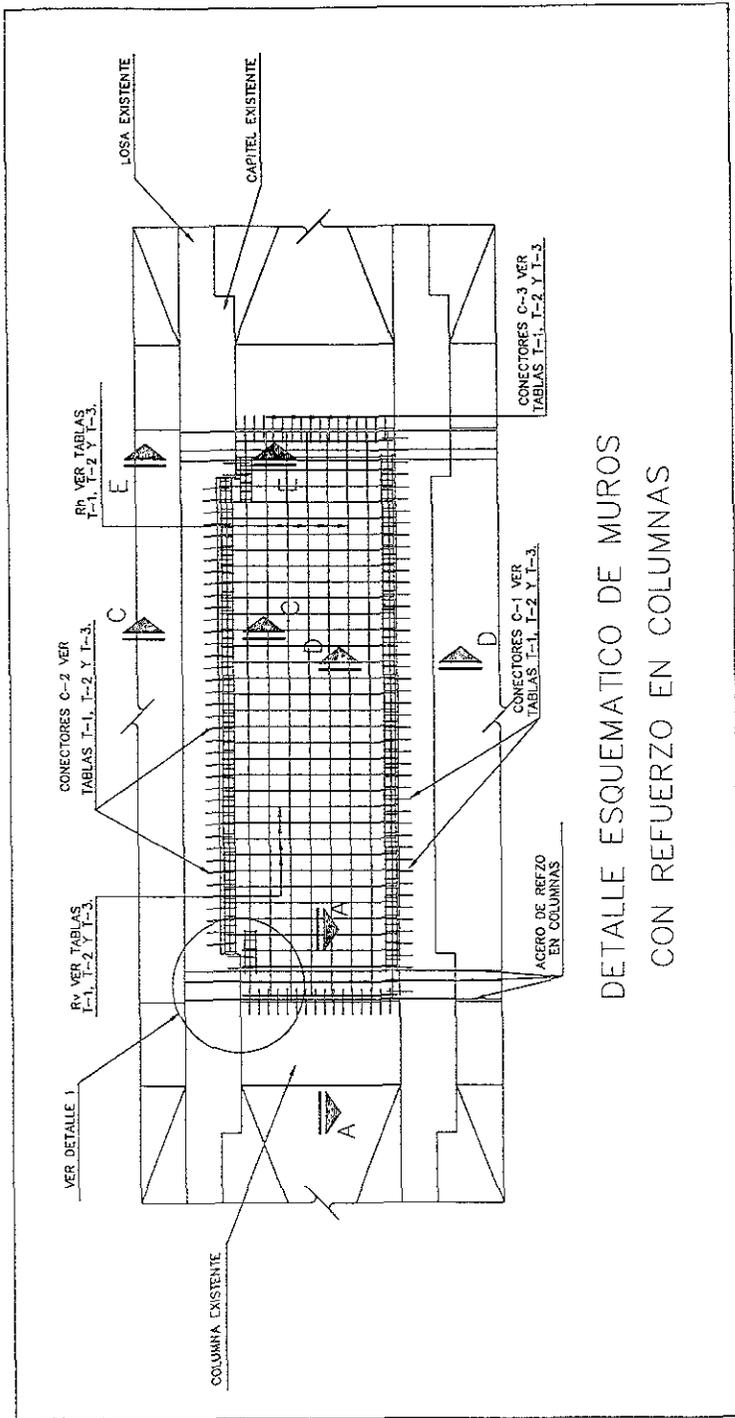
CUADRO No. 8



DETALLE ESQUEMATICO DE MUROS
 SIN REFUERZO EN COLUMNAS

CUADRO No. 9

EN ESTE DETALLE ESQUEMATICO SE INDICAN LOS CORTES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES CORRESPONDIENTES, EN ESTE CASO EN UN MURO SIN REFUERZO EN COLUMNAS, EN EL CORTE CORRESPONDIENTE SE DAN LAS RESPECTIVAS INDICACIONES.



EN ESTE CASO SE OBSERVA UN DETALLE ESQUEMATICO DE MUROS CON REFUERZO EN COLUMNAS, EN LOS CORTES CORRESPONDIENTES SE DAN LAS INDICACIONES PARA LOS TRABAJOS RESPECTIVOS, TAMBIEN SE DA EL DETALLE No. 1, EL CUAL SE VE EN EL CUADRO No. 13

CUADRO No. 10

TABLA 1 (T-1) MUROS 1 Y 1' (*).

NIVEL	CONECTORES CI	CONECTORES CS	RFTA. HOZL. IN	RFTA. VERT. IN	ACERO DE RFTO. EN COLS. EXTERIAS
11	4 4 0 10	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	10 VARS. # 10
10	4 4 0 10	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
9	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
8	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
7	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
6	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
5	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
4	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
3	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
2	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
1	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
P.A.	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10

TABLA 2 (T-2) MUROS 2 Y 2' (*).

NIVEL	CONECTORES CI	CONECTORES CS	RFTA. HOZL. IN	RFTA. VERT. IN	ACERO DE RFTO. EN COLS. EXTERIAS
11	4 4 0 10	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	10 VARS. # 10
10	4 4 0 10	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
9	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
8	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
7	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
6	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
5	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
4	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
3	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
2	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
1	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
P.A.	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10

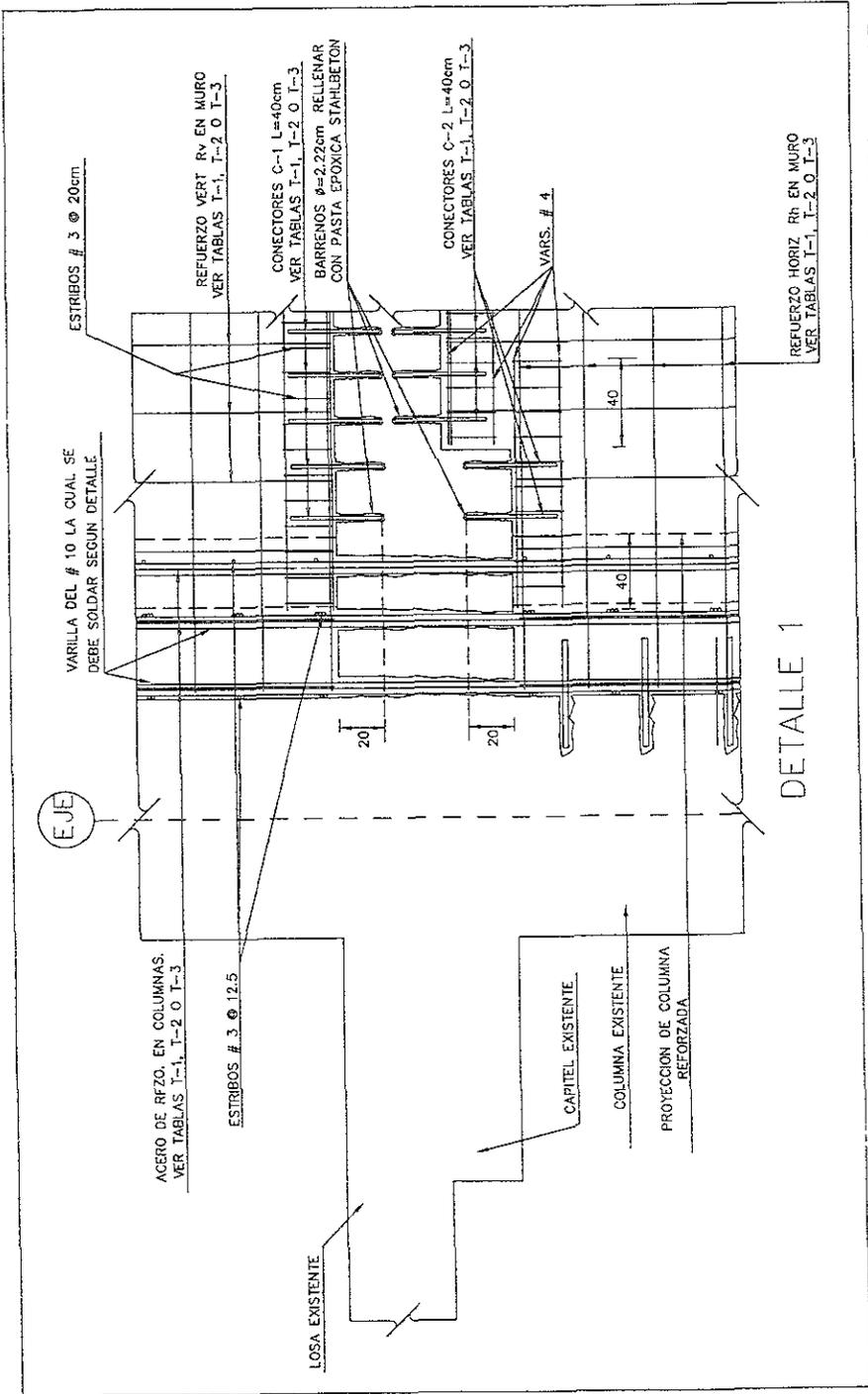
TABLA 3 (T-3) MUROS 3.

NIVEL	CONECTORES CI	CONECTORES CS	RFTA. HOZL. IN	RFTA. VERT. IN	ACERO DE RFTO. EN COLS. EXTERIAS
11	4 4 0 10	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	10 VARS. # 10
10	4 4 0 10	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
9	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
8	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
7	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
6	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
5	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
4	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
3	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
2	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
1	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10
P.A.	4 4 0 15	3 4 0 15	4 4 0 30	4 4 0 15	20 VARS. # 10

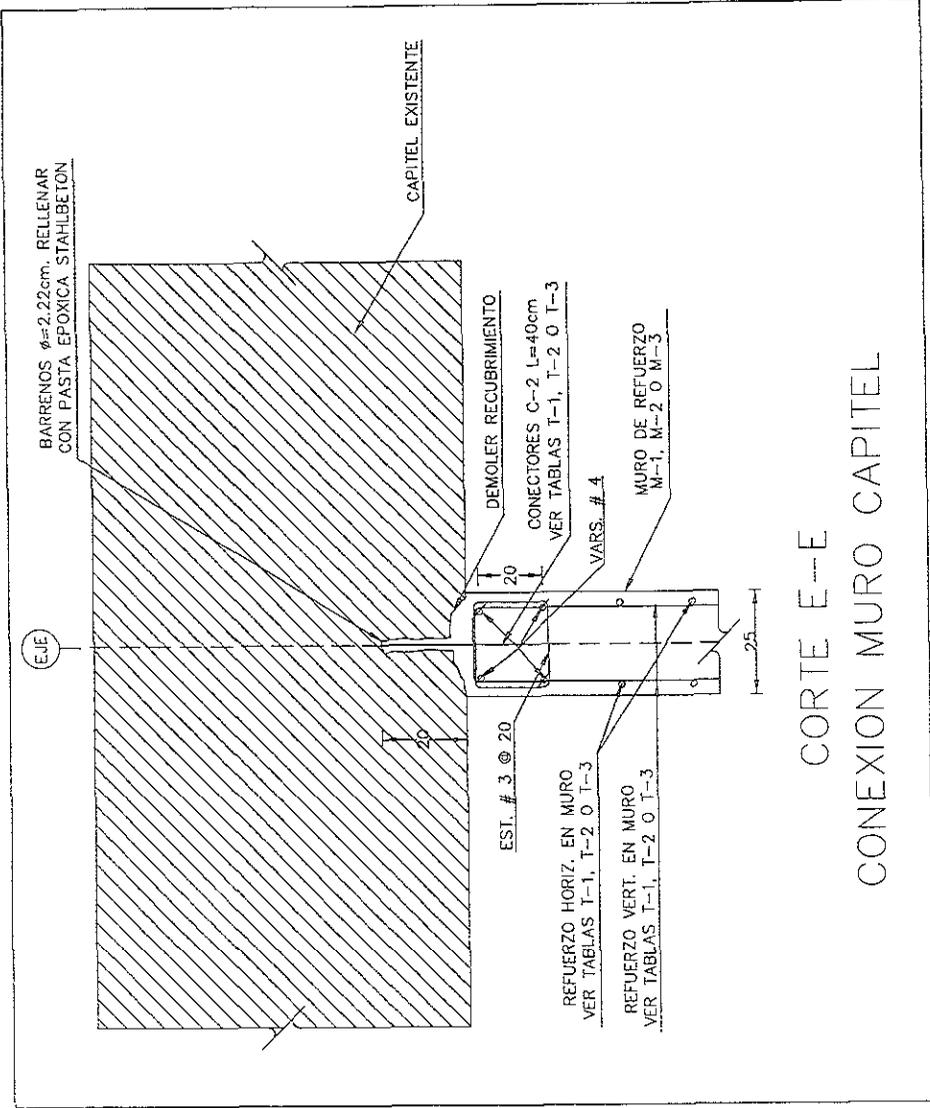
(*) LOS MUROS M-1' Y M-2' SOLO LLEGARAN AL NIVEL 8
VER EL CORTE ESQUEMATICO DE MUROS DE REFUERZO

NOTAS PARA LOS DISEÑOS: MUROS (M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-6, M-7, M-8, M-9, M-10, M-11, M-12, M-13, M-14, M-15, M-16, M-17, M-18, M-19, M-20) CON LAS CUALES SE EXTENDEN LAS LONGITUDINES, SEPARACIONES Y DIAMETROS DE LOS DEPÓSITOS CORTEZ. LOS MUROS SE DA LA RESOLUCION QUE LOS MUROS M-1 Y M-2 SOLO LLEGAN AL NIVEL 8.

CUADRO NO. 11

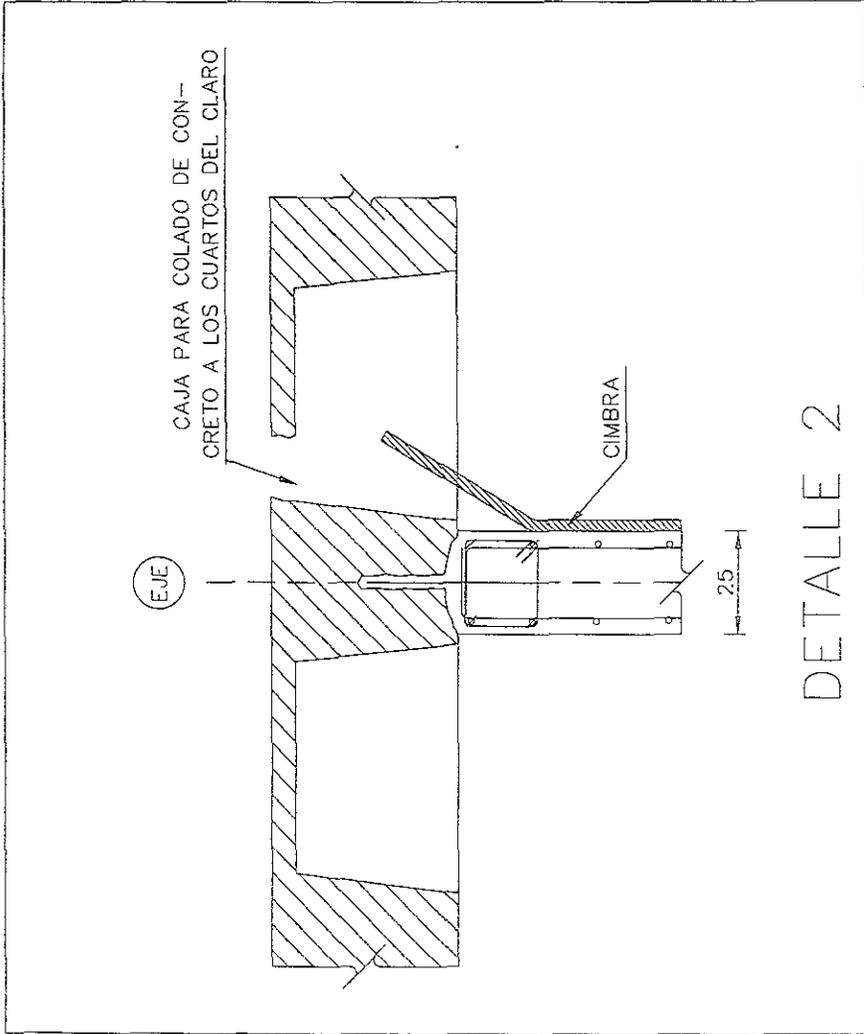


DETALLE No 1 PROCEDENTE DEL CUADRO No. 10. EN EL CUAL SE OBSERVA LA COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO EN LOS DIFERENTES ELEMENTOS CUADRO No. 13



CORTE E-E
 CONEXION MURO CAPITEL

EN ESTE CORTE (E-E), SE OBSERVA LA CONEXION EN LA ZONA DE CAPITELLES. CUADRO No. 14



DETALLE 2

COLOCACION DE LA CIMBRA, DE FORMA INCLINADA PARA RECIBIR EL CONCRETO POR LA PARTE SUPERIOR POR MEDIO DE CAJAS

CUADRO No. 15



UNIDAD DE SERVICIOS
INTEGRADOS DEL CENTRO
ADMINISTRATIVO

AUTORIZO:

AREA DE RECURSOS

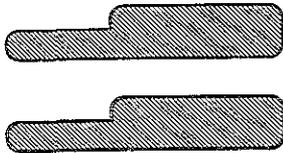
ING. PETRE IONESCU BUZICA

AUTORIZO:

AREA DE CONSERVACION Y

MANTENIMIENTO DE INMUEBLES

ING. MIGUEL A. MONTAÑEZ GLEZ.



UNGERAL

Año Nuevo Mier 10 C.P. 03100
Col. de Valle, México D.F.
Tels. 556-37-70 y 687-11-99

**PROYECTO DE REESTRUCTURACION
EDIFICIO " D " 1910**

UBICACION: AV. BAHIA DE BALENAS No. 5
COL. VERONICA ANZURES C.P. 11311 MEXICO, D.F.

CALCULO:

ING. CARLOS MARTINEZ A.

APROBO:

ING. FEDERICO ALCARAZ. L.

ESCALA

SIN / ESC.

REVISO:

ING. OSCAR TREJO M.

APROBO:

ING. JESUS MENDOZA A.

ACOTACIONES

CENTIMETROS

FECHA

JUNIO 1997

CLAVE

E-1

SERIE

CUADRO DE DATOS. EN EL SE ENCUENTRAN LAS PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO, NOMBRES DE LAS EMPRESAS QUE INTERVIENEN, TIPO Y No. DE PLANO, ESCALA, ACOTACION, UBICACION Y FECHA. **CUADRO No. 16**

VII CONCLUSIONES

VII. CONCLUSIONES

En los reglamentos de construcción se dan los lineamientos y las normas para el diseño y la ejecución de una obra por lo que son punto fundamental, su seguimiento y correcta aplicación brindan la seguridad a los ingenieros que realizan sus trabajos. Se debe tener cuidado en diseñar y construir con los más reciente, ya que constantemente sufren modificaciones, debido a los acontecimientos de un determinado lugar, o por mejoras que se hacen a los productos en su manufactura.

Las pruebas físicas y mecánicas que se aplican a las varillas de acero se deben realizar cuantas veces sea necesario. Saber las características del acero es de gran ayuda al momento de realizar los trabajos en campo, las pruebas de laboratorio son un gran apoyo para verificar la calidad de las varillas con ello, se puede tomar la decisión para no permitir que se siga utilizando si no cumple con los parámetros de calidad, aquí es donde se aplican las Normas Oficiales Mexicanas, las cuales están íntimamente ligadas al Reglamento de Construcción y sus Normas Técnicas Complementarias, el seguimiento de estas normas garantizan la calidad del producto, y de los trabajos que se van a ejecutar.

Referente a la soldadura en varillas de acero de refuerzo para concreto la norma NOM-H-121-1988 "Procedimiento de Soldadura Estructural Acero de Refuerzo, es lo más recomendable, existe más bibliografía para soldadura pero la gran mayoría habla de soldadura para acero estructural y conceptos generales de los diferentes tipos de soldadura, ésta norma es específica para el procedimiento de soldadura en acero de refuerzo.

En los planos, en este caso los estructurales se deben encontrar todo lo necesario para ejecutar la obra, todo lo que contienen los planos estructurales están basados en el Reglamento de Construcción y sus Normas Técnicas Complementarias, Normas y Especificaciones de Diseño y las Normas Oficiales Mexicanas, por lo hago la observación que en éste documento se enmarca todo, puesto que los lineamientos de diseño y construcción están implícitos en él

BIBLIOGRAFIA:

- Mc. Cormac. (1996) Diseño de Estructuras de Acero. Ed. Alfaomega.
- Apariz Barreiro José. Fabricación de Hierro, Acero Fundición, tomo 2 última edición clasificación TN 705/AG5.
- Altos Hornos de México. Manual AHMSA.
- Phill M. Ferguson. (1981) Teoria Elemental del Concreto Reforzado.
- Reglamento de Construcción para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias (1997).
- ACI American Concrete Institute (1997).
- NOM-B-6-1988 Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.
- NOM-B-18-1988 Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de riel para refuerzo de concreto.
- NOM-B-32-1986 Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes de eje para refuerzo de concreto.
- NOM-B-72-1986 Alambre corrugado de acero laminado en frío para refuerzo de concreto.
- NOM-B-253-1988 Alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto.
- NOM-B-294-1986 Varillas corrugadas de acero torcidas en frío procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.
- NOM-B-457-1988 Varillas corrugadas de acero de baja aleación procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.
- NOM-B-1 Método de análisis químico para determinar la composición del acero y fundiciones.
- NOM-B-113-1981 Prueba de doblado para productos de acero.
- NOM-B-172-1988 Métodos de pruebas mecánicas para productos de acero.
- NOM-B-434-1969 Métodos de prueba para determinar el peso unitario y el área transversal de las varillas lisas y corrugadas para refuerzo de concreto.
- NOM-H-121-1988 Procedimiento de Soldadura Estructural Acero de Refuerzo.
- Jack C. Mc. Cormac.(1996) Diseño de Estructuras de Acero Método LRFD. Ed. Alfaomega
- Bowles.(1996) Diseño de Acero Estructural. Ed. Limusa.