

2ej  
147



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFIA Y GEODESICA

## APLICACIONES DEL MURO MILAN EN LA CONSTRUCCION

### TESIS PROFESIONAL

ELABORADA PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
POR

MORENO SANTIAGO JOSE JAVIER

MEXICO, D. F.

1983-DICIEMBRE



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

# APLICACIONES DEL MURO MILAN EN LA CONSTRUCCION

## I N D I C E

	PÁG.
INTRODUCCION. . . . .	1
I. ESPECIFICACIONES GENERALES. . . . .	4
A) LODO BENTONÍTICO PARA ESTABILIZAR LA EXCAVACIÓN. . . . .	4
A-1 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR EL LODO ESTABILIZADOR. . . . .	4
A-2 INSTALACIÓN DE UNA PLAN'A TIPO PARA LA ELABORACIÓN DE LODO ESTABILIZADOR. . . . .	11
B) ACERO DE REFUERZO. . . . .	19
B-1 VARILLAS PARA EL ACERO DE REFUERZO. . . . .	19
B-2 CONTROL DE CALIDAD DEL ACERO DE REFUERZO. . . . .	22
C) CONCRETO. . . . .	27
C-1 TIPO DE CEMENTO. . . . .	29
C-2 CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO. . . . .	29
C-3 ELABORACIÓN DEL CONCRETO. . . . .	32
C-4 COLOCACIÓN DEL CONCRETO. . . . .	47
C-5 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO. . . . .	53
II. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL MURO MILAN. . . . .	59
A) CONSTRUCCIÓN DEL BROCAL GUÍA. . . . .	59
B) EXCAVACIÓN DEL MURO MILÁN. . . . .	67

C)	ARMADO DEL MURO MILÁN. . . . .	75
D)	COLADO DEL MURO MILÁN. . . . .	92
III.	APLICACIONES DEL MURO MILAN. . . . .	106
A)	APLICACIONES Y VENTAJAS DEL MURO MILÁN. . . . .	106
B)	RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCIÓN GENERAL , - SUPERVISIÓN Y CONTRATISTA DE LA OBRA. . . . .	109
	CONCLUSIONES. . . . .	117
	BIBLIOGRAFIA. . . . .	122

## I N T R O D U C C I O N

DEBIDO A LOS PROBLEMAS QUE EN ANTAÑO SE PRESENTABAN EN LAS EXCAVACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS Y CUALQUIER TIPO DE OBRA DE GRAN MAGNITUD, LAS CUALES REQUIEREN DE UNA CIMENTACIÓN PROFUNDA PARA SU DESPLANTE, SE TUVO LA NECESIDAD DE BUSCAR NUEVOS MÉTODOS QUE AYUDARAN A SOLUCIONAR ESTOS PROBLEMAS, SOBRE TODO AQUELLOS QUE SE TIENEN EN LAS ZONAS URBANAS DONDE LA OBRA POR CONSTRUIR COLINDA CON OTRAS ESTRUCTURAS.

LA NECESIDAD DE CONSTRUIR ESTRUCTURAS SUBTERRÁNEAS EN SUELOS BLANDOS O GRANULARES, EN OCASIONES BAJO EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS, HA OBLIGADO A BUSCAR MÉTODOS QUE CONJUGUEN POR UN LADO LA BUENA EJECUCIÓN DE LA OBRA Y POR OTRO MANTENGAN INALTERADO EL ESTADO DE ESFUERZOS EN EL SUELO DE LA ESTRUCTURA VECINA, EVITANDO ASÍ SU COLAPSO.

COMO RESULTADO DE LAS INVESTIGACIONES REALIZADAS, SE LLEGÓ A UN SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES A BASE DE MUROS DE CONCRETO COLADOS EN ZANJA (TABLAESTACA), ES DECIR, EN EXCAVACIONES EN FORMA DE TRINCHERAS, UTILIZANDO LAS PROPIEDADES DEL LODO BENTONÍTICO QUE YA HABÍA SIDO PERFECTAMENTE APROVECHADO PARA LAS PERFORACIONES PROFUNDAS EN LA EXPLOTA-

CIÓN DE POZOS PETROLEROS. PARA LOGRAR LO ANTERIOR, SE HAN ELABORADO UNA GRAN CANTIDAD DE PROCEDIMIENTOS DESDE EL TRADICIONAL TABLAESTACADO DE MADERA HASTA EL ADEME PROGRESIVO DURANTE LA EXCAVACIÓN, PASANDO POR EL MÉTODO INCORPORADO MÁS O MENOS RECIENTEMENTE A LA EXPERIENCIA CONSTRUCTORA DE MÉXICO, QUE CONSISTE EN COLAR CONCRETO EN EL SENSO DE UN FLUÍDO, GENERALMENTE LODO BENTONÍTICO; LA APLICACIÓN MÁS INTERESANTE DE ESTE MÉTODO FUE ORIGINADA EN MILÁN ITALIA, POR EL DOCTOR CRISTIAN VEDER. DE AHÍ QUE RECIBAN ESTOS MUROS EL NOMBRE DE "MUROS MILÁN", ESTE SISTEMA HA RESULTADO DE GRAN APLICACIÓN EN LA CIUDAD DE MÉXICO, DEBIDO A LAS CARACTERÍSTICAS TAN ESPECIALES QUE PRESENTA EL SUBSUELO DEL VALLE DE MÉXICO.

EN LA ACTUALIDAD, CON LA CONSTRUCCIÓN DE LOS CAJONES PARA ALOJAR EL TREN SUBTERRÁNEO DE TRANSPORTE COLECTIVO METROPOLITANO, ESTE PROCEDIMIENTO HA RESULTADO EL MÁS FAVORABLE, TANTO POR LO ECONÓMICO COMO POR LO RÁPIDO DE SU CONSTRUCCIÓN, COMPARADO CON OTROS MÉTODOS: TABLAESTACADO DE MADERA, TABLAESTACADO DE ELEMENTOS DE CONCRETO PRECOLADO, ETC.

MÁS ADELANTE VEREMOS LAS VENTAJAS QUE NOS PERMITEN OBTENER AVANCES CONSIDERABLES, YA QUE LOS MUROS COLADOS EN SITU (MUROS MILÁN), APARTE DE CONSTRUIRSE COMO UNA TABLAESTACA PARA PODER EFECTUAR CON SEGURIDAD Y RAPIDEZ UNA EXCAVACIÓN, TIENEN LA FINALIDAD DE FORMAR PARTE DEFINITIVA DE LA ESTRUCTURA.

ENTRE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO ARMADO

QUE PUEDEN COLARSE EN SITIO, SE ENCUENTRAN LOS PILOTES Y LOS-MUROS; LOS CUALES SE APLICAN A LA CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS - DE EDIFICIOS, CAJONES SUBTERRÁNEOS, PILAS DE PUENTES, ACUEDUCUTOS SUBTERRÁNEOS, LUMBRERAS DE ACCESO A TÚNELES, ETC.

EN ESTA TESIS TRATAREMOS EN ESPECIAL, EL PROCEDIMIEN-TO CONSTRUCTIVO TIPO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONCRE-TO ARMADO COLADOS EN SITIO (MUROS MILÁN).

## CAPITULO I

### ESPECIFICACIONES GENERALES

#### A).- LODO BENTONITICO PARA ESTABILIZAR LA EXCAVACION.

LAS PAREDES DE LOS TABLEROS QUE SE EXCAVARÁN PARA --  
CONSTRUIR DENTRO DE ELLAS LOS MUROS DE CONCRETO ARMADO COLA--  
DOS EN SITIO TIENEN LA TENDENCIA A CERRARSE, DEBIDO A LA RE--  
ACCION PROPIA DEL TERRENO UNIDA A LA PRESION EJERCIDA POR LA -  
SOBRECARGA DE ESTRUCTURAS CERCANAS A LA EXCAVACION. PARA EVI--  
TAR DERRUMBES EN DICHA EXCAVACION ES NECESARIO ESTABILIZAR --  
LAS PAREDES DE LA EXCAVACION CON LODO TIXOTROPICO.

#### A-1).- PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS QUE DEBE CUMPLIR EL LODO ESTABILIZADOR.

EL LODO ESTABILIZADOR DEBERÁ SER UNA SUSPENSION ESTA--  
BLE DE BENTONITA SODICA EN AGUA. SE DICE QUE ES "TIXOTROPI--  
CO" PORQUE PRESENTA UNA CIERTA RESISTENCIA AL CORTE EN REPO--  
SO, QUE ES CUANDO ACTUA COMO UN GEL, MIENTRAS QUE EN MOVIMIEN--  
TO, CUANDO SE AGITA O BOMBEA, ES CUANDO ACTUA COMO UN SOL. NO  
LA PRESENTA. EL PASO DE SOL A GEL ES REVERSIBLE.

EL LODO ESTABILIZADOR DEBERÁ TENER UNA DENSIDAD MAYOR--  
QUE LA DEL AGUA CON EL OBJETO DE QUE EL EMPUJE HIDROSTATICO--  
QUE EJERCE SOBRE LAS PAREDES SEA MAYOR QUE EL DE ÉSTA. EL LO

DO SE DEBERÁ VACIAR EN EL INTERIOR DE LOS TABLEROS EXCAVADOS--  
 HASTA ALCANZAR UN NIVEL SUPERIOR AL NIVEL FREÁTICO CON EL OB-  
 JETO DE GENERAR UN GRADIENTE DE PRESIONES SOBRE LAS PAREDES -  
 DE LA EXCAVACIÓN QUE AYUDE A DETENERLAS O MANTENERLAS ESTA- -  
 BLES. EL GRADIENTE ADEMÁS PRODUCIRÁ INFILTRACIONES DEL LODO-  
 HACIA EL INTERIOR DE LAS PAREDES POR LO QUE DEBERÁ CONTROLAR--  
 SE LA PORCIÓN DE AGUA-COLOIDES, CON EL OBJETO DE QUE DICHA IN  
 FILTRACIÓN SEA MÍNIMA. AL PRODUCIRSE LA INFILTRACIÓN, SE VA-  
 FORMANDO EN LA FRONTERA LODO-SUELO UNA PELÍCULA DE PEQUEÑO ES  
 PESOR DE MOLÉCULAS DE LODO QUE CONSTITUYE UNA VERDADERA MEM--  
 BRANA IMPERMEABLE Y RESISTENTE CONOCIDA EN LA TERMINOLOGÍA IN  
 GLESA COMO CAKE. LA TIXOTROPÍA DEL LODO AL PASAR DE SOL A --  
 GEL Y LAS FUERZAS ELECTROQUÍMICAS Y DE TENSIÓN CAPILAR QUE SE  
 GENERAN ENTRE LODO Y SUELO EN LA FRONTERA DE LOS DOS MATERIA-  
 LES DURANTE EL FILTRADO, CONTRIBUYEN A LA FORMACIÓN DE ÉSTA -  
 PELÍCULA Y A LA ADQUISICIÓN DE SU RESISTENCIA SE SUMA A LA --  
 PRESIÓN HIDROSTÁTICA DEL LODO, PARA ESTABILIZAR LAS PAREDES -  
 DE LOS TABLEROS EXCAVADOS.

PARA QUE EL LODO ESTABILIZADOR CUMPLA ADECUADAMENTE -  
 SU FUNCIÓN SE REQUIERE DE:

A).- FORME UNA PELÍCULA IMPERMEABLE EN LA FRONTERA -  
 CON EL SUELO. SI NO SE FORMA O SI SE FORMA GRUESA Y POCO RE-  
 SISTENTE, EL LODO PENETRARÁ POR LOS POROS DEL SUELO Y NO SE -  
 LOGRARÁ LA ESTABILIZACIÓN. PARA GARANTIZAR LA FORMACIÓN DE -  
 LA PELÍCULA EL LODO DEBERÁ CONTENER UNA CANTIDAD IMPORTANTE -

DE BENTONITA SÓDICA. LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PELÍCULA CAMBIAN NOTABLEMENTE POR PEQUEÑAS VARIACIONES EN EL PROPORCIONAMIENTO AGUA-BENTONITA O POR LA CONTAMINACIÓN DEL LODO CON ARENA U OTRAS PARTÍCULAS SÓLIDAS NO COLOIDALES.

LA CANTIDAD DE BENTONITA SÓLIDA QUE DEBERÁ CONTENER EL LODO SERÁ TAL QUE EL LODO PRODUCIDO CUMPLA CON LAS CARACTERÍSTICAS QUE SE INDICAN MÁS ADELANTE; UNA TENTATIVA INICIAL AGUA-BENTONITA QUE SE RECOMIENDA TOMAR COMO BASE PARA LA DOSIFICACIÓN DEL LODO VARÍA ENTRE EL 5% Y 6% DE BENTONITA EN PESO, SIN EMBARGO LA DOSIFICACIÓN DEFINITIVA SERÁ AQUELLA QUE CUMPLA CON UN LODO CUYAS PROPIEDADES QUEDEN COMPRENDIDAS DENTRO DE LOS LÍMITES QUE SE MENCIONARÁN MÁS ADELANTE. SE HACE INSISTENCIA EN QUE EL TIPO DE BENTONITA A UTILIZAR DEBE SER BENTONITA SÓDICA.

B).- QUE LA SUSPENSIÓN DE BENTONITA SÓDICA EN AGUA SEA ESTABLE. ES DECIR, NO DEBERÁ HABER SEDIMENTACIÓN O FLOCULACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE BENTONITA. EL LODO DEBERÁ SER CAPAZ DE ACEPTAR QUE SE LE AÑADA UN MATERIAL INERTE DE MÁS PESO SIN SEDIMENTARSE, COMO PUEDE SER LA BARITA, MATERIAL QUE PERMITE LOGRAR UN LODO DE MAYOR DENSIDAD, ÚTIL EN LA ESTABILIZACIÓN DE TABLEROS PRÓXIMOS A CONSTRUCCIONES O SOBRECARGAS QUE IMPONEN A LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN ESFUERZOS, DE COMPRESIÓN Y DE CORTE MAYORES QUE LOS DE SU PROPIO PESO.

EN LOS CASOS DONDE SE REQUIERE AÑADIR BARITA AL LODO PARA LOGRAR UNA MAYOR DENSIDAD, SE INDICARÁ CLARAMENTE EN LAS

ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES AL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

ADICIONALMENTE, SERÁ NECESARIO CONTROLAR EL LÍMITE DE INFLUENCIA DEL LODO (QUE ES EL PUNTO DE CAMBIO DE LA LEY DE VARIACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE CON LA VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN), DEBIDO A QUE EL RADIO DE PENETRACIÓN DEL LODO EN LOS POROS DEL SUELO, ASÍ COMO EL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS NO COLOIDALES (LIMO-ARENA) QUE PUEDE MANTENERSE EN SUSPENSIÓN ESTÁN EN FUNCIÓN DEL LÍMITE DE FLUENCIA.

OTRAS PROPIEDADES QUE JUEGAN UN PAPEL IMPORTANTE EN LA CALIDAD DE LOS LODOS Y POR LO TANTO EN SU UTILIZACIÓN ECONÓMICA SON LAS CARACTERÍSTICAS TANTO FÍSICAS COMO MECÁNICAS, POR LO QUE ADICIONALMENTE DEBERÁN CONTROLARSE LOS VALORES CORRESPONDIENTES A SU VISCOSIDAD, SU CONTENIDO DE ARENA, SU PH, Y SU VOLUMEN DE AGUA EN PRUEBA DE INFILTRADO.

CON TODO LO ANTERIOR LOS LÍMITES DENTRO DE LOS CUALES DEBERÁN MANTENERSE LAS PROPIEDADES DE LOS LODOS SON LAS SIGUIENTES:

- |                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 1.- VISCOSIDAD PLÁSTICA      | ENTRE 10 Y 15 CENTIPOISE.             |
| 2.- LÍMITES DE FLUENCIA      | ENTRE 5 Y 25 LB/100 FT <sup>2</sup>   |
| 3.- VISCOSIDAD MARSH         | ENTRE 35 Y 50 SEG.                    |
| 4.- CONTENIDO DE ARENA       | MÁXIMO EL 3.5%                        |
| 5.- VOLUMEN DE AGUA FILTRADA | MÁXIMO .25 CM <sup>3</sup>            |
| 6.- DENSIDAD                 | ENTRE 1.03 Y 1.06 GR./CM <sup>3</sup> |

- 7.- ESPESOR DE LA COSTRA  
(CAKE) ENTRE 1.00 Y 150 MM.
- 8.- PH ENTRE 7 Y 10

EL PROCEDIMIENTO PARA EJECUTAR LAS PRUEBAS ANTES MENCIONADAS DEBERÁN AJUSTARSE A LO ESPECIFICADO EN LAS NORMAS -- DEL A.P.I.

TODAS LAS PROPIEDADES DEBERÁN CONTROLARSE EN LABORATORIO PARA ESTABLECER LA RELACIÓN AGUA-BENTONITA RECOMENDABLE Y VERIFICARSE PERIÓDICAMENTE EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS DE LOS LODOS QUE ESTÉN MANEJANDO EN EL CAMPO. ESTE CONTROL SE HARÁ CON EQUIPO ESPECIALIZADO PARA ESTOS FINES.

EL LODO SE PREPARARÁ CON UN MEZCLADOR DE CHIFLÓN Y SE BOMBLEARÁ A LOS RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DONDE DEBERÁN PERMANECER EN REPOSO DURANTE UN PERÍODO DE 8 HRS., DICHS RECIPIENTES DEBERÁN TENER AMPLIA CAPACIDAD PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DIARIAS DE LA OBRA. DE LOS RECIPIENTES SE TRASLADARÁ EL LODO A LAS ZANJAS CON UNA BOMBA CENTRÍFUGA ESPECIAL PARA LODOS.

MEDIANTE EL DESARENADO O REGENERACIÓN Y RECIRCULACIÓN SE LE PODRÁ DAR AL LODO VARIOS USOS, LA RECIRCULACIÓN PODRÁ EFECTUARSE PASANDO POR LA PLANTA CENTRAL DE FABRICACIÓN Y ALMACENAMIENTO, O BIEN, MEDIANTE UNA BATERÍA PORTÁTIL DE HIDRO-CICLONES; EN ESTE ÚLTIMO CASO SE PUEDE RECIRCULAR LOCALMENTE DE UN TRAMO DE ZANJA A OTRO. ÉSTO ES ACONSEJABLE CUANDO EL EM

PLEO LOCAL DEL LODO SE UBIQUE A UNA DISTANCIA TAL DE LA PLANTA CENTRAL QUE SEA ANTIECONÓMICO BOMBEARLO HASTA ÉSTA, PARA LIMPIARLO Y POSTERIORMENTE VOLVERLO A USAR.

EL NÚMERO DE USOS QUE SE LE DÉ AL LODO ESTARÁ LIMITADO AL CUMPLIMIENTO DE LAS PROPIEDADES YA MENCIONADAS, POR LO QUE CUANDO EL LODO HAYA PERDIDO DICHAS PROPIEDADES, DEBERÁ -- DESECHARSE Y UTILIZARSE UN LODO NUEVO. POR NINGÚN MOTIVO SE USARÁN LODOS QUE NO CUMPLAN LAS PROPIEDADES ANTES INDICADAS.

EN TODOS LOS CASOS, EL NIVEL DEL LODO EN LA ZANJA O -- TABLERO ESTABILIZADO DEBERÁ QUEDAR A 0.80 CMS. ABAJO DEL BORDE SUPERIOR DEL BROCAL. EN NINGÚN CASO DEBERÁ AUMENTARSE ESTA DISTANCIA.

#### CONTROL DE CALIDAD DE LA BENTONITA.

LA BENTONITA QUE SE UTILIZARÁ EN LA ELABORACIÓN DE -- LOS LODOS, DEBERÁ SER BENTONITA SÓDICA EN POLVO Y DEBERÁ CUMPLIR CON LAS SIGUIENTES PROPIEDADES:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1.- VISCOSIDAD PLÁSTICA                        | 8.00 CENTIPOISES MÍNIMO      |
| 2.- FILTRADO                                   | 14.00 CM <sup>3</sup> MÁXIMO |
| 3.- PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA #200 (FINURA) | 97% MÍNIMO                   |
| 4.- HUMEDAD                                    | 10% MÁXIMO                   |

ESTAS PROPIEDADES DEBERÁN DETERMINARSE A PARTIR DE -- LAS NORMAS DEL A.P.I. PARA LODOS Y DEBERÁN EFECTUARSE EN LA --

FORMA QUE A CONTINUACIÓN SE INDICA CON OBJETO DE QUE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON BENTONITA DE DIFERENTES MARCAS PUEDAN SER COMPARABLES.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA:

1.- SE TOMARÁ UN SACO ESCOGIDO AL AZAR POR CADA LOTE DE CIENTO QUE SE VAYA A ENVIAR A LA OBRA.

2.- SE TOMARÁ DE LA MUESTRA ESCOGIDA UNA CANTIDAD DE 32 GR. Y SE MEZCLARÁ EN 500 CM<sup>3</sup> DE AGUA DESTILADA EN LA SIGUIENTE FORMA:

- A) AGITACIÓN DE 20 MINUTOS.
- B) REPOSO DE 16 HORAS.
- C) AGITACIÓN 5 MINUTOS.
- D) EJECUCIÓN INMEDIATA DE LAS PRUEBAS.

LAS PRUEBAS ANTES MENCIONADAS DEBERÁN EFECTUARSE CON ESTE PROPORCIONAMIENTO Y SUS LÍMITES DEBERÁN QUEDAR COMPRENDIDOS DENTRO DE LOS VALORES ANTES INDICADOS.

LA BENTONITA QUE NO CUMPLA CON LAS PROPIEDADES SEÑALADAS DEBERÁ RECHAZARSE.

ES CONVENIENTE QUE EL MUESTREO Y LOS RESULTADOS SEÑALADOS EN ESTAS ESPECIFICACIONES SE DETERMINEN ANTES DE QUE SE ENVÍE LA BENTONITA A LA OBRA.

A-2).- INSTALACION DE UNA PLANTA TIPO PARA LA ELABORACION DE LODOS ESTABILIZADORES.

CON EL OBJETO DE TENER UN LODO DE CALIDAD ADECUADA PARA PODER ADEMAR LAS ZANJAS DONDE SE CONSTRUIRÁN LOS MUROS DE CONCRETO COLADOS EN SITIO, DEBERÁ SEGUIRSE LA SIGUIENTE SECUELA Y CONTAR CON EL EQUIPO NECESARIO DURANTE TODO EL PROCESO.

1.- MATERIA PRIMA.

PARA LOGRAR UNA SUSPENSIÓN COLOIDAL ESTABLE Y TIXOTROPICA SE REQUIERE EMPLEAR BENTONITA SÓDICA CONSTITUIDA POR PARTÍCULAS DE TAMAÑO MENOR A 0,2 MICRAS. LAS NORMAS GENERALES DE CALIDAD CON QUE DEBERÁ CUMPLIR LA BENTONITA SE INDICAN EN LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.

NO DEBERÁ USARSE PARA LA ELABORACIÓN DE LODOS BENTONITA CÁLCICA DEBIDO A QUE REACCIONA CON EL CEMENTO DEL CONCRETO.

2.- PREPARACION Y CONTROL.

A) INSTALACIÓN.- LA INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA ELABORADORA DE LODO ESTABILIZADOR DEBERÁ LLEVARSE A CABO TAL COMO SE MUESTRA EN EL DIAGRAMA DE LA FIGURA NO. 1.

B) EQUIPO Y ACCESORIOS.- EL EQUIPO Y ACCESORIOS QUE SE UTILIZARÁN EN EL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL LODO SERÁN-  
LOS SIGUIENTES:

- LOCAL CERRADO PARA RECEPCIÓN Y DEPÓSITO DE BENTONITA.

- TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE.
- TANQUE DE MEZCLADO CON BOMBA CENTRÍFUGA ACOPLADA.
- TANQUES PARA EL CONTROL Y TAMIZADO.
- BATERÍA DE HIDROCICLONES.
- TANQUES PARA EL CONTROL DE ARENAS.
- TANQUES PARA EL REPOSO.
- BOMBAS CENTRÍFUGAS DE LODOS.
- EQUIPO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE LOS LODOS.

EL NÚMERO DE LOS EQUIPOS ANTES MENCIONADOS ESTARÁ EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN DE LODO ESTABILIZADOR QUE MANEJARÁ LA PLANTA PARA EL TRAMO CONSIDERADO DE TODA LA OBRA.

### 3.- ELABORACION

A). DOSIFICACION.- DEL DEPÓSITO O ALMACÉN (1) LA BENTONITA PASARÁ A LA TOLVA DEL TANQUE DE MEZCLADO (3) EN LA CANTIDAD NECESARIA PARA OBTENER EL PROPORCIONAMIENTO AGUA-BENTONITA QUE CUMPLA CON LAS PROPIEDADES QUE SE ESPECIFICAN PARA EL LODO ESTABILIZADOR. ASIMISMO, DEL TANQUE DE AGUA LIMPIA (2), SE ALIMENTARÁ A LA MEZCLADORA EN LA CANTIDAD NECESARIA PARA LOGRAR EL PROPORCIONAMIENTO ESPECIFICADO.

B). MEZCLADO.- EL TANQUE DE MEZCLADO (3) TENDRÁ UNA CAPACIDAD DE 5.00 m<sup>3</sup> Y CONTARÁ CON UNA TOLVA Y REHILETES ACCIONADOS POR UN MOTOR DE BAJA VELOCIDAD.

C). CONTROL DE MEZCLADO.- PARA QUE EL MEZCLADO PUEDA-

CONTINUAR CON SU PROCESO DE ELABORACIÓN DEBERÁ CUMPLIR CON -  
LOS SIGUIENTES REQUISITOS:

- 1.- QUE SU VISCOSIDAD MARSH QUEDE COMPRENDIDA ENTRE -  
35 Y 50 SEG.
- 2.- QUE SU DENSIDAD QUEDE COMPRENDIDA ENTRE 1.03 Y --  
1.06 GR/CM<sup>3</sup>.

CON ESTE OBJETO SERÁ NECESARIO INSTALAR, DESPUÉS DEL -  
TANQUE DE MEZCLADO, UN TANQUE (4) EN DONDE SE CONTROLARÁ EL -  
PRODUCTO MEZCLADO, LA DENSIDAD Y LA VISCOSIDAD. ESTE TENDRÁ -  
TAMBIÉN UNA MALLA POR LA QUE DEBERÁ PASARSE EL LODO PARA REA -  
LIZAR LA PRIMERA ETAPA DE DESARENAMIENTO.

EL TANQUE DE CONTROL Y TAMIZADO (4) SERÁ DE FORMA CI -  
LÍNDRICA, DE 5.00 M<sup>3</sup>, DE CAPACIDAD TAL COMO SE MUESTRA EN LA -  
FIGURA No. 2. DEBERÁ LLEVAR ACOPLADO ABAJO DEL ENTREPAÑO DON -  
DE VA LA MALLA UN JUEGO DE CHIFLONES TANGENCIALES A LA PARED -  
INTERIOR DEL TANQUE QUE SE CONECTARÁN A LA DESCARGA DE LA BOM -  
BA (8) PARA CIRCULAR O RECIRCULAR EL LODO, EN CASO NECESARIO -  
AL TANQUE DE MEZCLADO. EN ESTE TANQUE (4) SE REALIZARÁN SEIS  
DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD Y LA VISCOSIDAD MARSH POR CADA  
VOLUMEN MEZCLADO. EN EL CASO DE QUE NO SE CUMPLAN LAS PROPIE -  
DADES ANTES MENCIONADAS, DEBERÁ AGREGARSE EN EL TANQUE LAS --  
CANTIDADES NECESARIAS DE BENTONITA Y/O AGUA HASTA LOGRAR QUE -  
EL LODO QUEDE DENTRO DE TALES LÍMITES.

LA ADICIÓN DE AGUA A BENTONITA SE HARÁ RECIRCULANDO -

EL LODO DEL TANQUE (4) POR LA BOMBA (8) Y REGRESÁNDOLO AL TANQUE (4) POR LA DESCARGA ACOPLADA A LOS CHIFLONES TANGENCIALES, ÉS DECIR, SE DEBERÁ HACER UNA RECIRCULACIÓN PARA REALIZAR MEJOR EL MEZCLADO. SI A PESAR DE ESTO SE OBSERVA QUE EL LODO NO CUMPLE CON LO ESPECIFICADO, EL LODO SE DEBE REGRESAR DEL TANQUE (4) AL TANQUE MEZCLADOR (3) POR MEDIO DE LA BOMBA (8) PARA AGITARLO NUEVAMENTE; EN ESTA ETAPA SE VOLVERÁ A AGREGAR LA CANTIDAD DE AGUA Y/O BENTONITA QUE SEA NECESARIA, ESTE PROCESO SE REPETIRÁ LAS VECES QUE SEA NECESARIO HASTA CUMPLIR CON LO ESPECIFICADO. UNA VEZ QUE EL LODO CUMPLA LA DENSIDAD Y LA VISCOSIDAD, SE PASARÁ POR MEDIO DE LA BOMBA (8) A LA BATERÍA DE HIDROCICLONES (5) EN LOS CUALES SE DEBERÁN ELIMINAR LAS ARENAS DEL LODO.

NOTA: LOS NÚMEROS ENTRE PARÉNTESIS HACEN REFERENCIA AL PASO CORRESPONDIENTE AL DIAGRAMA DE LA FIGURA No. 1.

D). TAMIZADO.- EL TAMIZADO DEL LODO SE HARÁ DIRECTAMENTE EN EL TANQUE DE CONTROL (4) PARA LO CUAL, SE DEBERÁ CONTAR EN SU PARTE SUPERIOR Y SOLAMENTE EN LA MITAD DEL TANQUE, CON UN ENTREPAÑO O MARCO EN EL QUE SE APOYE UN BASTIDOR REMOVIBLE FORMADO POR UNA MALLA DEL No. 16, PARA ELIMINAR LAS PARTÍCULAS GRUESAS QUE VIENEN EN EL LODO, (VER FIGURA No. 2). PARA FINES DE LIMPIEZA DE LA MALLA, DEBERÁ CONTARSE CON UNA MALLA DE REPUESTO, TALES MALLAS DEBERÁN APOYARSE CON BUEN AJUSTE EN EL MARCO.

LA LIMPIEZA DE LA MALLA SE HARÁ REMOVIÉNDOLA DEL TAN-

QUE, Y APLICÁNDOLE UN CHORRO DE AGUA LIMPIA A PRESIÓN PASÁNDOLE VARIAS VECES UN CEPILLO DE CERDAS METÁLICAS FINAS. ESTA OPERACIÓN SE HARÁ CUIDADOSAMENTE PARA NO ROMPER LA MALLA.

LA LIMPIEZA DEL TANQUE DE TAMIZADO SE HARÁ DURANTE EL TIEMPO EN QUE EL SISTEMA NO ESTÉ TRABAJANDO O CUANDO REALMENTE EL SISTEMA LO REQUIERA.

E). CONTROL DE ARENAS.- EL LODO QUE SALE DE LA BATERÍA DE HIDROCICLONES (5) SE DEPOSITARÁ EN EL TANQUE (6) DE CONTROL DE ARENAS DE  $6.00 \text{ m}^3$  DE CAPACIDAD, EN EL CUAL SE TOMARÁN MUESTRAS CADA VEZ QUE LA MEZCLADORA PRODUZCA VOLUMEN DE LODO CON EL OBJETO DE PODER DETERMINAR SU CONTENIDO DE ARENA, DE TAL MANERA QUE SIEMPRE EXISTA CONTROL SOBRE CADA VOLUMEN MEZCLADO. SI EL CONTENIDO DE ARENA ES MENOR DE 3% EL LODO PASARÁ DIRECTAMENTE AL TANQUE DE REPOSO (7) POR MEDIO DE LA BOMBA (9), PERO SI EL CONTENIDO DE ARENA ES MAYOR AL 3% EL LODO SE DEBE RECIRCULAR NUEVAMENTE POR LA BATERÍA DE HIDROCICLONES (5) POR MEDIO DE LA BOMBA CENTRÍFUGA (8) PARA VOLVERLO A DESARENAR Y QUE QUEDE DENTRO DEL LÍMITE ESPECIFICADO.

EN TODO EL PROCESO DE ELABORACIÓN SE HAN ESPECIFICADO DOS TANQUES DE CONTROL Y TAMIZADO (4), DOS BATERÍAS DE HIDROCICLONES (5) Y DOS TANQUES DE CONTROL DE ARENAS (6), CON EL OBJETO DE QUE, CON ESTE SISTEMA DOBLE, NO SE INTERRUMPA LA PRODUCCIÓN DE LOS LODOS Y LA MEZCLADORA (3) PUEDA TRABAJAR EN FORMA CONTÍNUA, (VER FIGURA No. 1).

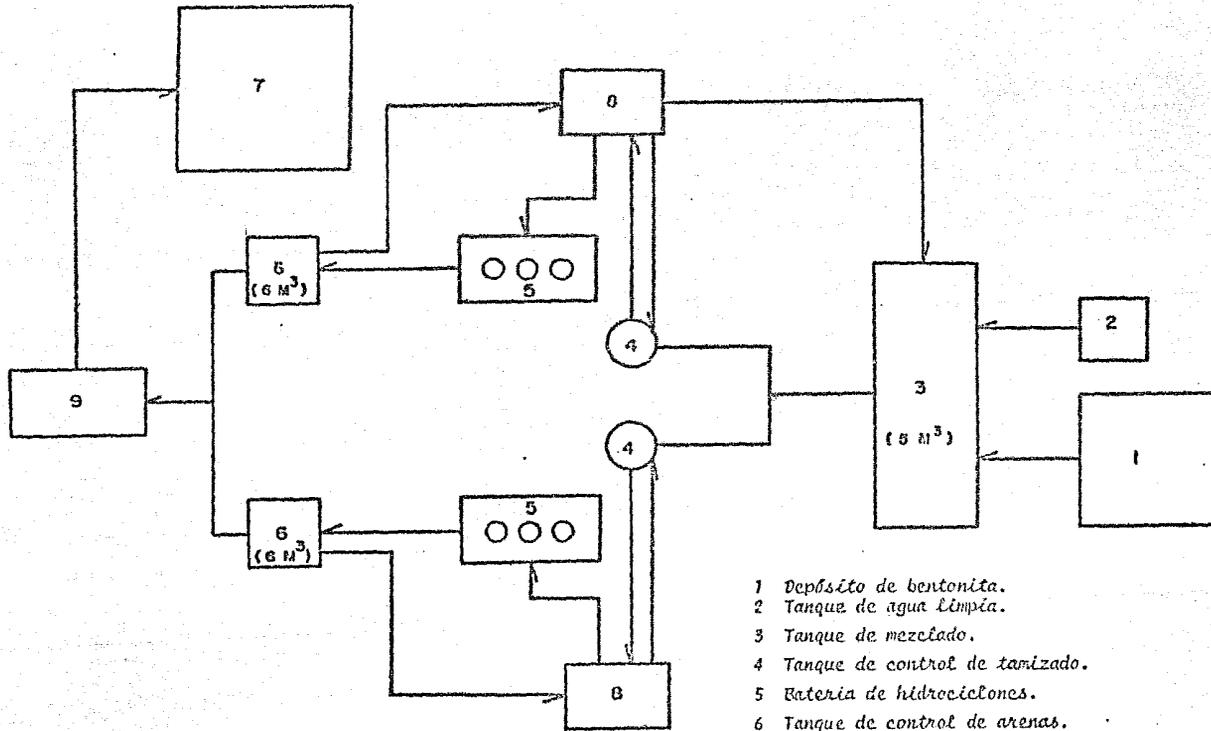
F). TANQUES DE REPOSO Y CONTROL FINAL.- UNA VEZ DESARENADO EL LODO PASARÁ A LOS TANQUES DE REPOSO (7).

HABRÁ TRES TANQUES DE REPOSO DISTRIBUIDOS EN LA FORMA SIGUIENTE: UN TANQUE CUYO LODO YA HA CUMPLIDO CON EL PERÍODO DE REPOSO Y QUE ESTÁ EN POSIBILIDADES DE SER DISTRIBUIDO A LA OBRA; UN TANQUE CUYO LODO ESTÉ EN PROCESO DE REPOSO Y FINALMENTE, UN TANQUE QUE ESTÉ LLENÁNDOSE NUEVAMENTE.

LAS CAPACIDADES Y DIMENSIONES DE LOS TANQUES ESTARÁN EN FUNCIÓN DE LA MÁXIMA DEMANDA DIARIA Y DEL ESPACIO LIBRE -- CON QUE SE CUENTA EN CADA CASO, RESPECTIVAMENTE. EL TIEMPO DE REPOSO DEL LODO DEBERÁ SER COMO MÍNIMO DE 12 HORAS, DESPUÉS DE LOS CUALES SE TOMARÁ UNA MUESTRA DE CADA TANQUE Y SE HARÁN EN CADA UNA DE ELLAS, TODAS LAS PRUEBAS CORRESPONDIENTES A LOS LODOS ESTABILIZADORES, LOS RESULTADOS DEBERÁN QUEDAR COMPRENDIDOS DENTRO DE LOS LÍMITES ESPECIFICADOS.

UNA VEZ QUE EL LODO CUMPLA CON ESTOS REQUISITOS, QUEDARÁ EN POSIBILIDAD DE SER DISTRIBUIDO A LAS ZANJAS YA EXCAVADAS.

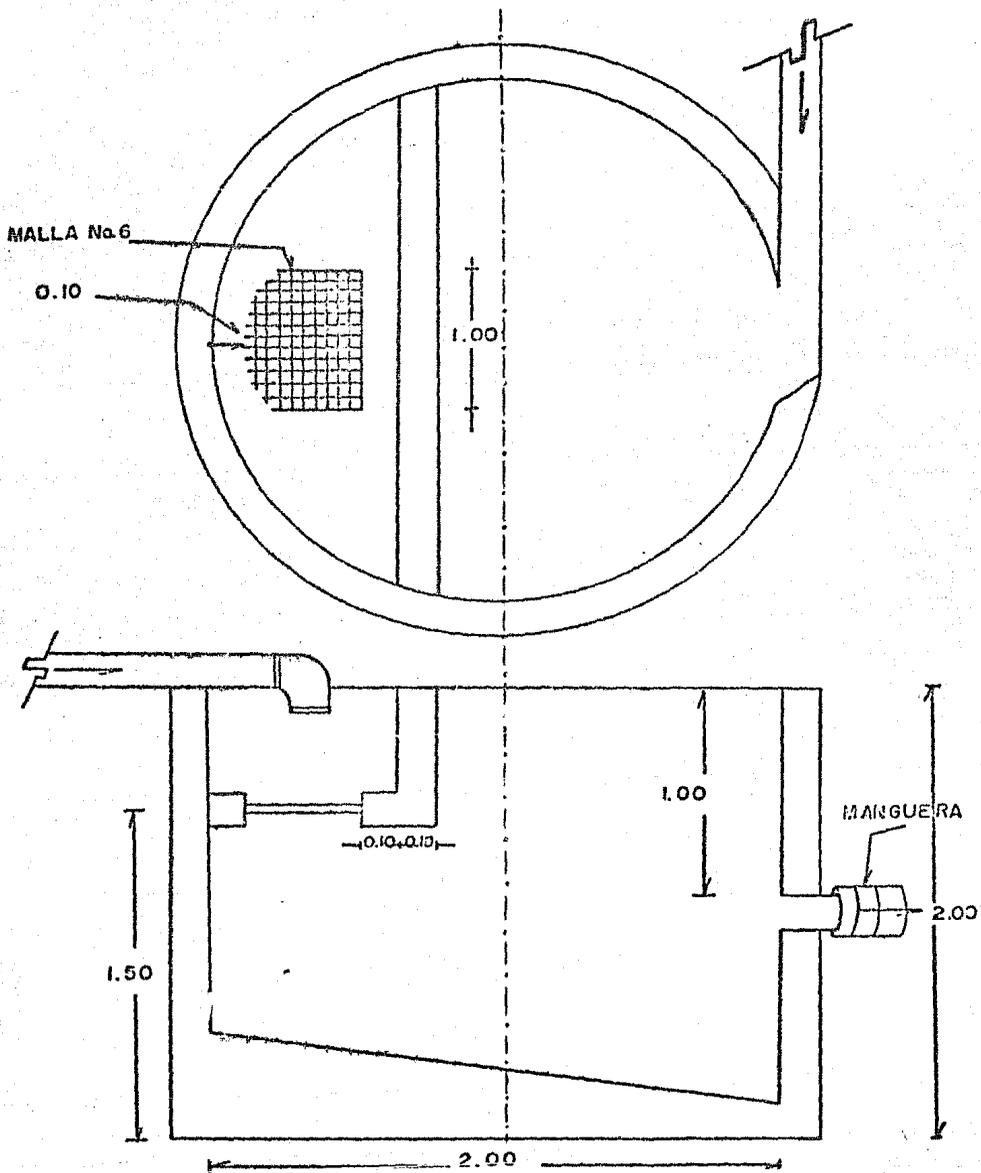
LA DISTRIBUCIÓN SE HARÁ EN PIPAS O DIRECTAMENTE CON MANGUERAS O RED DE TUBERÍAS, SEGÚN CERCANÍAS DEL TABLERO. DEBERÁ CONTARSE EN LA PLANTA CON TODO EL EQUIPO NECESARIO PARA REALIZAR TODAS LAS PRUEBAS DE LOS LODOS Y LOS APARATOS DE CALIBRACIÓN PERIÓDICA.



- 1 Depósito de bentonita.
- 2 Tanque de agua limpia.
- 3 Tanque de mezclado.
- 4 Tanque de control de tamizado.
- 5 Batería de hidrociclones.
- 6 Tanque de control de arenas.
- 7 Tanque de reposo.
- 8,9 Bombas centrífugas para lodos.

FIG. No. 1

DIAGRAMA DE PLANTA TIPO ELABORADORA DE LODOS ESTABILIZADORES



TANQUE DE CONTROL Y TAMIZADO

FIG. No. 2

B).- ACERO DE REFUERZO.

LA CALIDAD Y COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO QUE SE UTILICE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS DE CONCRETO ARMADO-COLADOS EN SITIO, DEBERÁ CUMPLIR CON TODO LO REFERENTE A: ALMACENAMIENTO, CALIDAD Y COLOCACIÓN.

LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD QUE SE ESTIPULEN ESTÁN COMPRENDIDAS EN EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL, Y CONSIDERAN LOS MÉTODOS DE ENSAYE APROBADOS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS (D.G.N.) Y LA AMERICAN SOCIETY (A.W.S.).

B.1).- VARILLAS PARA EL ACERO DE REFUERZO.

A).- SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO.

1.- EL CONTRATISTA CONTARÁ CON LOS PLANOS DE ARMADO DE LAS ESTRUCTURAS. BASADO EN ÉSTOS, PREPARA CON ANTICIPACIÓN LA LISTA DE ACERO QUE SE VA A REQUERIR Y FORMULARÁ UN PROGRAMA DE SUMINISTRO A LA OBRA.

2.- EL CONTRATISTA DEBERÁ INFORMAR OPORTUNAMENTE Y POR ESCRITO AL LABORATORIO AUTORIZADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA OBRA, CADA VEZ QUE RECIBA UN LOTE DE ACERO DE REFUERZO, DETALLANDO LAS DIMENSIONES Y SU PROCEDENCIA ASÍ COMO LA MARCA DE SU FABRICACIÓN.

3.- LAS VARILLAS QUE SE ALMACENAN EN OBRA DEBERÁN ES-

TAR SEPARADAS POR LOTES, DIÁMETROS Y TAMAÑOS; DE TAL FORMA QUE SEA FÁCILMENTE IDENTIFICABLE PARA EL MUESTREO Y LOCALIZACIÓN DEL LABORATORIO.

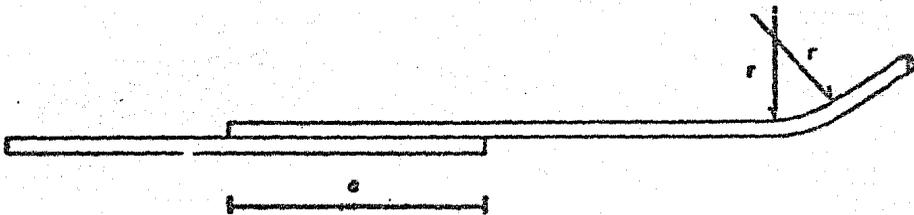
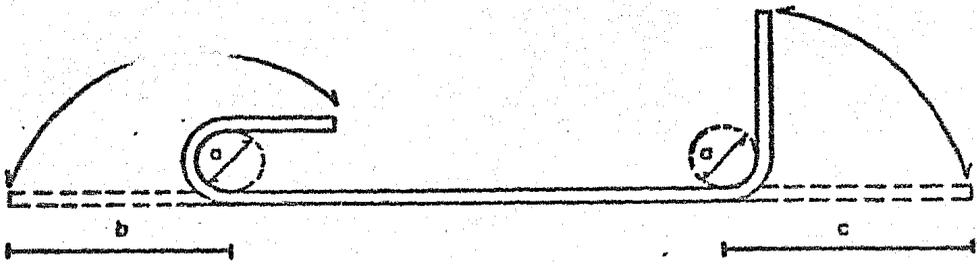
#### B).- COLOCACION

1.- LAS VARILLAS DE REFUERZO SERÁN INSPECCIONADAS ANTES DE COLOCARSE EN LAS CEPAS QUE VAN A FORMAR EL MURO MILÁN, VERIFICANDO QUE SE LOCALICEN CONFORME A LOS PLANOS, MIDIENDO SU SEPARACIÓN DE CENTRO A CENTRO, DIÁMETRO, FORMA, LONGITUD, TRASLAPES Y CANTIDAD DE ACERO COLOCADO. LAS SUPERFICIES DE LAS VARILLAS DEBERÁN ESTAR LIBRES DE PARTÍCULAS DE CEMENTO, ESCAMAS DE ÓXIDO, ESCAMAS DE LAMINACIÓN, TIERRA, GRASA, ETC.

2.- LOS DOBLECES SE DEBEN HACER EN FRÍO ALREDEDOR DE UN PERNO LISO CON DIÁMETRO NO MENOR QUE 8 VECES AL DE LA VARILLA.

3.- LA POSICIÓN, EL TRASLAPE, EL DIÁMETRO Y LA FORMA DE LAS VARILLAS DEBERÁN SER LAS QUE SE CONSIGNEN EN LOS PLANOS Y DEBERÁN AJUSTARSE A LAS TOLERANCIAS MOSTRADAS EN LA SIGUIENTE TABLA.

4.- EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL REFUERZO PRINCIPAL, ESTARÁ ACORDE CON LAS DIMENSIONES MOSTRADAS EN LOS PLANOS, EN LOS CUALES SE INDICA LA DISTANCIA LIBRE ENTRE LA SUPERFICIE DEL ACERO Y EL CONCRETO. EL RECUBRIMIENTO LIBRE DE ESTRIBOS, BARRAS ESPACIADORAS Y REFUERZOS SECUNDARIOS O SIMILARES, SERÁ



var. #	r	a	b	c	e		
					f'c=150	f'c=200	f'c=250
2.5	5	5	15	15	20	20	20
3	6	6	18	20	20	20	20
4	8	8	20	25	30	30	25
5	10	10	25	30	50	45	40
6	12	15	35	40	70	65	60
8	16	20	45	50	-	-	-
10	21	30	65	70	-	-	-
12	25	40	85	90	-	-	-

**DETALLES DEL REFUERZO**

CUANDO MENOS IGUAL A UN DIÁMETRO DE DICHAS BARRAS.

5.- LAS VARILLAS DEL REFUERZO DEBERÁN COLOCARSE FIRME MENTE, PARA IMPEDIR SU MOVIMIENTO DURANTE LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO. SE ACEPTARÁ EL USO DE SILLETAS DE CONCRETO, DE PLÁSTICO O DEL MISMO ACERO DE REFUERZO.

6.- SE DEBERÁ TENER MUCHO CUIDADO EN EL HABILITADO DEL ACERO DE REFUERZO PARA OBTENER EL MENOR DESPERDICIO POSIBLE.

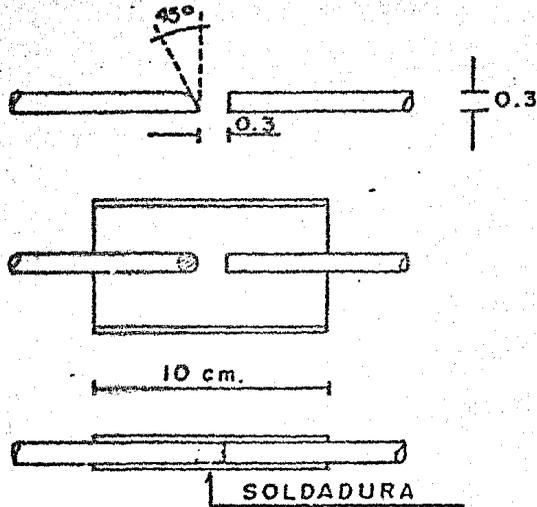
7.- TODO EL ACERO LONGITUDINAL CORRIDO, QUE EN PLANOS ESTRUCTURALES SE PRESENTA SIN GANCHO EN LOS EXTREMOS, DEBERÁ ANCLARSE DE ACUERDO A LAS NOTAS DE DICHOS PLANOS. LOS TRASLAPES Y LOS ANCLAJES TAMBIÉN SE INDICAN EN LA TABLA DE DETALLES DEL REFUERZO QUE APARECE EN DICHOS PLANOS.

8.- SOLDADURA DE REFUERZO.- SALVO INDICACIÓN EXPRESA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA OBRA, PODRÁN SOLDARSE LAS VARILLAS DEL No. 8 Ó DE DIÁMETROS SUPERIORES, TOMÁNDOSE LAS DEBIDAS PRECAUCIONES PARA EVITAR SOBRE CALENTAMIENTOS DE LA VARILLA. SOLO SE PERMITIRÁ SOLDAR A TOPE, BISELÁNDOSE A 45° PREVIAMENTE LA PUNTA DE LA VARILLA DE ACUERDO A DETALLES DE PLANOS ESTRUCTURALES (VER FIGURA).

B-2).- CONTROL DE CALIDAD DEL ACERO DE REFUERZO.

A).- REQUISITOS DE CALIDAD.

1. PROCEDENCIA Y DIMENSIONES.- SE ADMITIRÁN VARILLAS-



DETALLE DE SOLDADURA EN VARILLA

DE ACERO DE REFUERZO SEGÚN LO INDICAN LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS (D.G.N.).

SE UTILIZARÁN EN DONDE LOS PLANOS ASÍ LO INDIQUEN, VARILLAS DE ACERO:

VARILLA GRADO R-42 - - - - - (FY=4200 KG/CM<sup>2</sup>).  
 VARILLA GRADO R-30 - - - - - (FY=3000 KG/CM<sup>2</sup>).  
 MALLA DE ALAMBRE (MALLA-LAC)- - - - - (FY=5000 KG/CM<sup>2</sup>).

EL ACERO DE REFUERZO, DEPENDIENDO DE SU PROCEDENCIA, DEBERÁ CUMPLIR CON LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS EN LAS NORMAS SIGUIENTES:

PROCEDENCIA	NORMA
LAMINACIÓN DE LINGOTES - - - - -	DGN-B-6
LAMINACIÓN DE LINGOTES TORCIDOS EN FRÍO. - - - - -	DGN-B-294
RELAMINACIÓN DE RIELES. - - - - -	DGN-B-18
LAMINACIÓN DE MATERIALES DE EJES. - - - - -	DGN-B-32

EL ALAMBRE DE ACERO ESTIRADO EN FRÍO PARA EMPLEARSE COMO TAL, O EN FORMA DE MALLA PARA REFUERZO, DIÁMETROS NO MENORES DE 2 MM., NI MAYORES DE 16 MM., DEBERÁ CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA DE LA D.G.N.-B-290.

LOS GRADOS DEL REFUERZO SE ESPECIFICAN EN LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y NOTAS GENERALES; (FY) SE REFIERE AL LÍMITE DE

FLUENCIA O LÍMITE ELÁSTICO APARENTE, TODO EL ACERO PARA EL QUE SE ESPECIFICA (FY) IGUAL A  $3000 \text{ KG/CM}^2$ , DEBE SATISFACER LAS NORMAS D.G.N. PARA VARILLAS DE ACERO GRADO R-30.

LOS LÍMITES DE LOS ESFUERZOS DE FLUENCIA DE LAS VARILLAS ASÍ COMO LOS PESOS UNITARIOS PARA CADA DIÁMETRO DE ÉSTAS SERÁN SEÑALADOS POR LAS NORMAS D.G.N. (VER TABLA).

EL ÁREA DE CADA MUESTRA SE CALCULARÁ DIVIDIENDO EL PESO UNITARIO POR CADA METRO LINEAL DE CADA MUESTRA, ENTRE LA DENSIDAD DEL ACERO DE  $7.85 \text{ TON/M}^3$ .

**B).- CONTROL DE CALIDAD.**

EL ACERO DE REFUERZO QUE SE EMPLEE EN LA CONSTRUCCIÓN DE DIVERSAS OBRAS, DEBERÁ CUMPLIR, TANTO CON LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO, COMO EN LAS ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN Y NORMAS DE CALIDAD CITADAS ANTERIORMENTE.

**c).- REQUISITOS DE DOBLADO.**

LA VARILLA DEBE RESISTIR, SIN AGRIETARSE NI ROMPERSE, DOS PRUEBAS DE DOBLADO, EN PLANOS PERPENDICULARES ENTRE SÍ. CADA PRUEBA CONSISTE DE CINCO DOBLECES ALTERNADOS A  $90^\circ$ , SOBRE UN MANDRIL CILÍNDRICO CUYO DIÁMETRO SE INDICA EN LA SIGUIENTE TABLA. SE CONSIDERA COMO UN DOBLEZ, CADA OCASIÓN EN QUE LA VARILLA INICIALMENTE RECTA FORME UN ÁNGULO DE  $90^\circ$  Y VUELVA A SU POSICIÓN ORIGINAL.

## REQUISITOS DE DOBLADO

DIÁMETRO EN MM.	NO. DOBLES P/PLANO	DIÁMETRO MANDRIL MM
12	5	10
15	5	30
17	5	40

## d).- TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES

LAS DIMENSIONES DE LA VARILLA NO DEBEN VARIAR MÁS DE  $\pm 0.05$  MM. DEL DIÁMETRO NOMINAL ESPECIFICADO. LA DIFERENCIA ENTRE LOS DIÁMETROS MÁXIMO Y MÍNIMO EN CUALQUIER SECCIÓN TRANSVERSAL DADA, NO DEBE SER MAYOR DE 0.05 MM.

## e).- ACABADO.

1. INSPECCIÓN.- EL FABRICANTE DEBE DAR A LA DIRECCIÓN DE OBRA TODAS LAS FACILIDADES RAZONABLES, PARA QUE REALICE LA INSPECCIÓN DEL MATERIAL QUE SE VA A PROPORCIONAR PARA SU USO. TODAS LAS PRUEBAS Y LA INSPECCIÓN, DEBEN REALIZARSE EN LA PLANTA DEL FABRICANTE ANTES DE EFECTUAR EL EMBARQUE Y LLEVARSE A CABO DE MANERA QUE NO INTERFIERAN LOS TRABAJOS DIARIOS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN.

2. MÉTODOS DE PRUEBA.- LOS MÉTODOS DE PRUEBA PARA VERIFICAR QUE EL MATERIAL CUMPLA CON LO ESPECIFICADO, DEBEN SER LOS INDICADOS EN LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS D.G.N.-B-172, D.G.N.-B-1 Y D.G.N.-B-310 EN VIGOR.

EL LÍMITE DE FLUENCIA DEBE DETERMINARSE POR EL MÉTODO DE EXTENSIÓN BAJO CARGA, O POR EL MÉTODO DE DEFORMACIÓN PERMANENTE ESPECIFICADO (OFFSET), DE ACUERDO CON LA D.G.N.-B-172 - EN VIGOR. EN CASO DE UTILIZARSE EL MÉTODO DE EXTENSIÓN BAJO CARGA, SE DEBE UTILIZAR UN VALOR DE 1%. SI SE USA EL MÉTODO DE DEFORMACIÓN PERMANENTE (OFFSET), SE DEBE USAR EL VALOR DE 0.2% PARA TRAZAR LA LÍNEA PARALELA, DE ACUERDO A LA NORMA CITADA.

## PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO DE REFUERZO.

### 1.- LIMITE DE PROPORCIONALIDAD.

ES EL MAYOR ESFUERZO QUE PUEDE SOPORTAR UN MATERIAL.- (DE ACUERDO CON LA LEY DE HOOKE).

LA VARIACIÓN DE LA LONGITUD DE UN CUERPO, QUE ES ESTIRADO O COMPRIMIDO, ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA FUERZA - QUE CAUSA LA DEFORMACIÓN, SI NO SE HA EXCEDIDO AL LÍMITE ELÁSTICO; O SEA ES LA PROPORCIONALIDAD ENTRE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES.

### 2.- LIMITE ELASTICO.

ES EL MÁXIMO ESFUERZO QUE PUEDE SOPORTAR UN MATERIAL- SIN SUFRIR DEFORMACIONES PERMANENTES UNA VEZ QUE SE HA DEJADO DE EJERCER LA FUERZA.

### 3.- MODULO DE ELASTICIDAD.

ES EL COCIENTE ENTRE EL ESFUERZO Y LA DEFORMACIÓN UNITARIA CORRESPONDIENTE. (DENTRO DE LOS LÍMITES DE PROPORCIONALIDAD).

LOS ACEROS NORMALES UTILIZADOS EN LA LAMINACIÓN DE -- LAS VARILLAS PARA EL ARMADO DEL CONCRETO, CORRESPONDEN A TRES GRADOS DE DUREZA QUE SON: ESTRUCTURAL, INTERMEDIO Y DURO. -- (VER TABLA).

VALORES MINIMOS	GRADO ESTRUCTURAL	GRADO DURO
LÍMITE ELÁSTICO (KG/CM <sup>2</sup> .)	2,300 MÍNIMO	3,500 MÍNIMO
FÁTIGA PERMISIBLE (KG/CM <sup>2</sup> .)	1,265	1,400
RESISTENCIA MÁXIMA A LA TENSIÓN (KG/CM <sup>2</sup> .)	3,800 A 5,300	5,600 MÍNIMO

LAS VARILLAS PARA EL ARMADO SE FABRICAN CON DIÁMETROS NOMINALES DE FRACCIÓN DE PULGADA, DESIGNÁNDOLAS POR UN NÚMERO QUE EXPRESA LOS OCTAVOS DE PULGADA DE SU DIÁMETRO NOMINAL -- (VER TABLA).

### C).- CONCRETO

LA ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO QUE SE UTILICE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS DE CONCRETO ARMADO COLADOS EN SITIO, DEBERÁ CUMPLIR CON TODO LO REFERENTE A LAS NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES COMPONENTES DE ELABORACIÓN,

TABLA DE VARILLA CORRUGADA

NUMERO VARILLA	DIAMETRO NOMINAL		PERIME- TRO CMS.	AREA CMS <sup>2</sup>	PESO x MTEN KG.	PESO POR VARILLA KG.	NUMERO DE VARILLA x TON.
	M.M.	PULGS.					
2.5	7.9	5/16	2.48	0.49	0.386	4.00	217
3	9.5	3/8	2.98	0.71	0.557	6.00	150
4	12.7	1/2	3.99	1.27	0.936	11.95	84
5	15.9	5/8	5.00	1.90	1.360	19.72	53
6	19.1	3/4	6.00	2.67	2.250	27.00	37
7	22.2	7/8	6.87	3.67	3.034	36.40	27
8	25.4	1"	7.98	5.07	3.975	47.70	21
10	31.8	1" 1/4	9.99	7.94	6.225	74.70	12
12	38.1	1" 1/2	11.97	11.40	8.939	107.25	10

TRANSPORTE Y COLOCACIÓN QUE SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN, ADEMÁS DE CUMPLIR CON LAS TOLERANCIAS QUE CONTEMPLA EL PROYECTO-ESTRUCTURAL.

LAS NORMAS DE CALIDAD QUE SE DESCRIBEN, ESTÁN COMPREDIDAS EN LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO-DE CONSTRUCCIÓN PARA EL DISTRITO FEDERAL, Y CONSIDERAN LOS MÉTODOS DE ENSAYE APROBADOS POR LA DIRECCIÓN DE NORMAS (D.G.N.), Y LA AMERICAN SOCIETY TESTING AND MATERIALES, (A.S.T.M.).

C-1).- TIPO DE CEMENTO.

EL CEMENTO QUE SE EMPLEE SERÁ PORTLAND SIMPLE TIPO I- O III A MENOS QUE EN LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS SE INDIQUE LO CONTRARIO Y DEBERÁ CUMPLIR LAS CONDICIONES DE CALIDAD Y MANEJO QUE A CONTINUACIÓN SE ENUNCIAN:

C-2).- CARACTERISTICAS DEL CEMENTO.

A). REQUISITOS QUIMICOS.- PARA SER ACEPTADO EL CEMENTO PORTLANDSIMPLE I ó III, DEBERÁ CUMPLIR CON LOS SIGUIENTES-COMPUESTOS QUÍMICOS, VERIFICADOS SEGÚN LA NORMA D.G.N.-C-131.

## ESPECIFICACIONES QUIMICAS

COMPUESTOS Y CARACTERISTICAS	TIPO I	TIPO III
OXIDO DE MAGNESIO (MGO) MÁXIMO %	5	5
ANHÍDRICO SULFÚRICO (SO <sub>3</sub> ) MÁXIMO % CUANDO: (3CAO, AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ES 8% MENOR	3	3.5
CUANDO: (3CCA0, AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ES 8% MAYOR	3.5	4.5
PÉRDIDA DE CALCINACIÓN MÁXIMO %	3	3
RESIDUO INSOLUBLE, MÁXIMO %	0.75	0.75

B), REQUISITOS FÍSICOS.- EL CEMENTO DEBERÁ SATISFACER LOS SIGUIENTES REQUISITOS FÍSICOS PARA PODER SER APROBADO.

## ESPECIFICACIONES FÍSICAS

CARACTERISTICAS	TIPO I	TIPO III
FINURA, SUPERFICIE ESPECÍFICA, CM <sup>2</sup> /G MÉTODO DE PERMEABILIDAD AL AIRE, MI- NUTOS	2,800	--
SANIDAD, (PRUEBA DE AUTOCLAVE) EXPAN- SIÓN MÁXIMA EN %	0.80	0.80
TIEMPO DE FRAGUADO, MÉTODO VICAT: -- FRAGUADO INICIAL EN MINUTOS NO MENOS DE	45	45
FRAGUADO FINAL EN HORAS, NO MÁS DE:	8	8
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN KG/CM <sup>2</sup> - EN CUBOS DE MORTERO 1:2.75 EN PESO - (ARENA GRADUADA STD.), RELACIÓN AGUA CEMENTO, CONSTANTE 0.435 VALORES MÍ- NIMOS		
A LAS 24 HORAS	--	130
A LOS 3 DÍAS	130	250
A LOS 7 DÍAS	200	--

c). ALMACENAMIENTO.- TODO EL CEMENTO DEBE ALMACENARSE EN BODEGA PROTEGIDA CONTRA LA INTEMPERIE, VENTILADAS, PARA IMPEDIR LA ABSORCIÓN DE HUMEDAD.

LAS FACILIDADES DE ALMACENAMIENTO PARA CEMENTO A GRANUL DEBEN INCLUIR COMPARTIMIENTOS SEPARADOS PARA CADA TIPO DE CEMENTO QUE SE UTILICE. EL INTERIOR DE UN SILO DE CEMENTO DEBE SER LISO, CON UNA INCLINACIÓN MÍNIMA DE 50° RESPECTO A LA HORIZONTAL EN EL FONDO, PARA UN SILO CIRCULAR, Y DESDE 55° A 60° PARA SILO RECTANGULAR. LOS SILOS DE ALMACENAMIENTO DEBEN SER VACIADOS CON FRECUENCIA, PREFERENTEMENTE UNA VEZ POR MES, PARA IMPEDIR LA FORMACIÓN DE COSTRAS DE CEMENTO, QUE SE ORIGINAN EN LA PARED INTERIOR DEL SILO.

EL CEMENTO ENVASADO EN SACOS, DEBE SER APILADO SOBRE ALGUNA PLATAFORMA, PARA IMPEDIR EL CONTACTO CON EL SUELO Y A SU VEZ PERMITIR LA APROPIADA CIRCULACIÓN DEL AIRE. PARA UN PERÍODO DE ALMACENAMIENTO DE MENOS DE 60 DÍAS, SE RECOMIENDA EVITAR QUE SE SUPERPONGAN MÁS DE 14 SACOS DE CEMENTO, PARA PERÍODOS MAYORES NO DEBEN SOBREPONERSE MÁS DE 70 SACOS DE CEMENTO.

#### d). CONTROL DEL CEMENTO.

1.- SE HARÁN MUESTREOS DE CEMENTO PARA SU ENSAYO, CON UNA ANTICIPACIÓN MÁXIMA DE 30 DÍAS CON RESPECTO A LA FECHA EN QUE SEA EMPLEADO.

2.- LA SUPERVISIÓN COMPROBARÁ QUE EL CEMENTO CUMPLA -

CON LOS REQUISITOS QUÍMICOS Y FÍSICOS ESPECIFICADOS, DEBIENDO EXIGIR A LOS FABRICANTES PERIÓDICAMENTE LOS REPORTES DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD, QUE ELLOS EFECTÚAN DURANTE LA FABRICACIÓN DEL CEMENTO.

3.- SI EL CEMENTO ES PROPORCIONADO POR VARIAS FÁBRICAS, NO SE PERMITIRÁ LA ELABORACIÓN DE CONCRETO MEZCLADO DE DIFERENTES MARCAS O TIPOS.

4.- EL CEMENTO QUE SE UTILICE EN LA OBRA DEBERÁ SER PREFERENTEMENTE DE UNA MARCA DE RECONOCIDA CALIDAD. NINGÚN CEMENTO DE MARCA NUEVA O SIN ANTECEDENTES DE BUENA CALIDAD SE RÁ AUTORIZADO MIENTRAS NO SE HAYA HECHO EN FORMA CONTÍNUA Y DURANTE 6 MESES POR LO MENOS, DE 12 ENSAYES DE LABORATORIO DE LA OBRA.

### C-3).- ELABORACION DEL CONCRETO.

EL CONCRETO QUE SE UTILICE EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS DE CONCRETO ARMADO COLADOS EN SITIO (MUROS MILÁN), SERÁ DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO, DEBIENDO CUMPLIR PARA SU ELABORACIÓN CON LOS REQUISITOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS PARA CADA UNO DE SUS ELEMENTOS INTEGRANTES Y CON LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES:

#### A).- PROPORCIONAMIENTO DE LA MEZCLA.

EL DISEÑO DE LA MEZCLA DE PARTIDA, SERÁ APROBADO POR LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA A MEDIDA QUE PRINCIPIE LA FABRICA-

CIÓN DEL CONCRETO, EL CONTRATISTA PODRÁ MODIFICAR LAS PROPORCIONES DE LA MEZCLA O REVOLTURA DE PARTIDA, DE ACUERDO CON LA UNIDAD DE SUPERVISIÓN, PARA CADA CLASE DE CONCRETO ESPECIFICADO. - LA REVOLTURA OBTENIDA POR EL CONTRATISTA SERÁ HOMOGÉNEA Y TRABAJABLE.

1.- TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO - EL TAMAÑO MÁXIMO DE LOS AGREGADOS, EN NINGÚN CASO SERÁ MAYOR DE 38 MM. (1½"),

2.- CONSISTENCIA, - LA CANTIDAD DE AGUA EMPLEADA EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO, SE REGULARÁ PARA OBTENER LA CONSISTENCIA APROPIADA, DEBIÉNDOSE AJUSTAR POR CUALQUIER VARIACIÓN EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD O GRADUACIÓN DE LOS AGREGADOS AL PENETRAR A LA MEZCLADORA, NO SE PERMITIRÁ LA ADICIÓN DE AGUA PARA COMPENSAR EL ENDURECIMIENTO DEL CONCRETO ANTES DE SER COLADO. SE REQUERIRÁ UNIFORMIDAD EN LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO, DE REVOLTURA. EL CONTRATISTA PODRÁ EQUIPAR CADA MEZCLADORA CON UN MEDIDOR DE CONSISTENCIA, QUE PROPORCIONE UN ÍNDICE DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO.

LA SENSIBILIDAD DE LOS MEDIDORES DE CONSISTENCIA SERÁ TAL QUE EL EFECTO DE UN CAMBIO DE REVENIMIENTO DE (½") 12,70 MM. SEA FÁCILMENTE DETECTADO POR EL OPERADOR DE LA DOSIFICADORA DE CONCRETO.

EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS MEDIDORES DE CONSISTENCIA SERÁ TAL QUE ELIMINE ERRORES APRECIABLES OCASIONADOS POR LA FRICCIÓN EN LA OPERACIÓN DE LA MEZCLADORA Y POR VARIACIONES DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA.

SE DEBEN RESPETAR LOS REVENIMIENTOS QUE SE INDICAN EN LA SIGUIENTE TABLA, CON UNA TOLERANCIA DE  $\pm 2$  CMS.

RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> .)	EDAD (DÍAS)	REVENIMIENTO (CMS.)
150 NORMAL	28	10 - 12
150 RESISTENCIA RÁPIDA	14	10 - 12
200 NORMAL	28	16 - 18
200 RESISTENCIA RÁPIDA	14	18 - 20

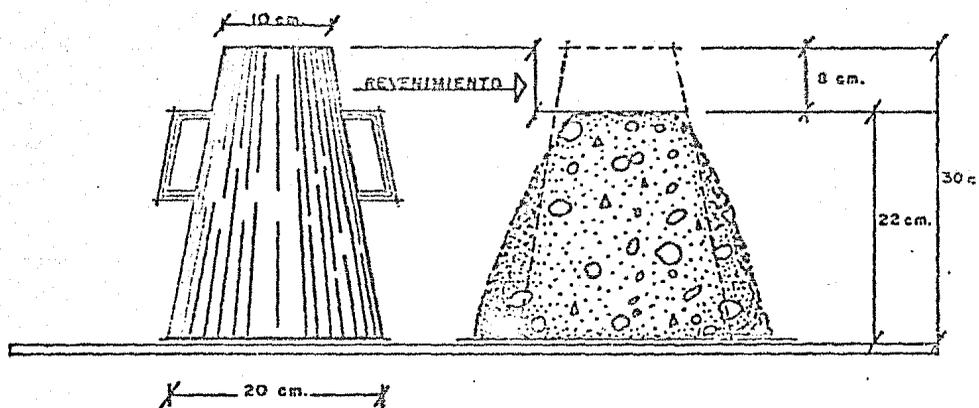
LOS REVENIMIENTOS SEÑALADOS PODRÁN VARIARSE DE ACUERDO CON LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA, PARA CONCRETOS COLADOS CON BOMBA O PARA CONDICIONES ESPECIALES.

EL PESO VOLUMÉTRICO DEL CONCRETO DEBERÁ ESTAR COMPRENDIDO ENTRE 2.1 Y 2.4 TON/M<sup>3</sup>, EN ESTADO HÚMEDO. NO SE PERMITIRÁ EL USO DE CANALONES, TOLVAS U OTRO EQUIPO QUE IMPIDA LA TRABAJABILIDAD Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO CON DICHO REVENIMIENTO MENOR.

LA PRUEBA DEL REVENIMIENTO SE EFECTUARÁ EN EL SITIO DE LA DESCARGA DEL CONCRETO, ANTES DE SER VACIADO, COLOCADO Y CONSOLIDADO; LA DETERMINACIÓN SE HARÁ CONFORME A LA NORMA -- A.S.T.M.-C-143. SE EFECTUARÁ LA PRUEBA DEL REVENIMIENTO CADA VEZ QUE LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA LO SOLICITE O POR LO MENOS A CADA 10 M<sup>3</sup>. DE CONCRETO. CUANDO EL CONCRETO SEA COLADO POR MEDIO DE BOMBA, SE DEBERÁ PREEVER UNA SALIDA EN LA TOLVA DE LA BOMBA PARA OBTENER LA MUESTRA O BIEN SE TOMARÁ DIRECTAMEN-

TE DE LA SALIDA DEL CAMIÓN REVOLVEDORA, VER FIGURA SIGUIENTE-  
PARA LA PRUEBA DEL REVENIMIENTO EN OBRA.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL REVENIMIENTO DEL CONCRETO EN LA OBRA



EL MOLDE SERA DE LAMINA GALVANIZADA ( NO MAYOR DEL No. 16 ) EN FORMA DE CONO TRUNCADO DE 20 cms. EN SU BASE INFERIOR Y DE 10 cms. EN LA PARTE SUPERIOR Y CON 30 cms. ALTURA.

ESTAS DOS BASES DEBERAN ESTAR ADIEPTAS, PARALELAS ENTRE SI Y NORMALES AL CONO, CON - ASAS , SOPORTE y BISAGRAS A LOS EXTREMOS.

LA VARILLA DE COMPACTAR ESTARA LISA DE DIAMETRO DE 5/8" ( 15.9 mm. ) y DE 60 cms. DE - LARGO.

DESPUES DE COLOCAR EL MOLDE EN EL PISO (HORIZONTAL) SE LLENA CON MEZCLA DE EL TIPO - Y CARACTERISTICAS REQUERIDAS (CONSISTENCIA A INVESTIGAR) EL VACIADO DE CONCRETO DEBE HACERSE EN TRES ETAPAS; EN CADA CAPA (1/3) SE DEBERA APISONARSE PERFECTAMENTE (CON - LA VARILLA LISA DE (5/8" ) MINIMO 25 VECES ENRASANDOSE EL BORDE Y SACANDO DICHO --- MOLDE, EL PROMEDIO DE TRES PRUEBAS CONSECUTIVAS SERA EL REVENIMIENTO REAL.

## AGREGADOS DEL CONCRETO

## 1.- ARENA.

EL MATERIAL QUE CONSTITUYA EL AGREGADO SEMI-FINO PARA CONCRETO DEBERÁ CUMPLIR CON LOS SIGUIENTES REQUISITOS:

A). GRADUACIÓN.- DEBERÁ CUMPLIR CON LO ESTIPULADO EN LA SIGUIENTE TABLA.

MALLA	AGREGADO FINO QUE PASA EN %
9.15 MM. (3/8")	100
4.76 MM. (No. 4)	DE 95 A 100
2.38 MM. (No. 8)	DE 80 A 100
1.19 MM. (No. 16)	DE 50 A 85
595 (No. 30)	DE 25 A 60
297 (No. 50)	DE 10 A 30
149 (No.100)	DE 2 A 10

LOS PORCENTAJES SEÑALADOS SE DEBERÁN OBTENER EN LA PLANTA TRITURADORA-DOSIFICADORA; DADO QUE LA GRADUACIÓN EN EL BANCO PUEDE SER DISTINTA SE AGREGARÁN LAS PARTÍCULAS NECESARIAS - PARA OBTENER LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS. EL MÓDULO DE FINURA DE LA ARENA ESTARÁ COMPRENDIDO ENTRE 2.3 Y 3.1; SE DEBERÁN HACER AJUSTES EN LA PLANTA TRITURADORA-DOSIFICADORA PARA MANTENER EL MÓDULO DE FINURA DENTRO DE VARIACIONES DE 0.2 MICRAS -- DEL VALOR CONSIDERADO EN EL DISEÑO DE LA MEZCLA O REVOLTURA. - LA ARENA NO TENDRÁ MÁS DE 45% RETENIDO ENTRE DOS MALLAS CONSE-

CUTIVAS, DE LAS INDICADAS ANTERIORMENTE. EL AGREGADO FINO DEBERÁ ESTAR CONSTITUIDO POR PARTÍCULAS SANAS.

B). EL MATERIAL QUE ENTRE EN LA PLANTA TRITURADORA-DOSIFICADORA.- CONSISTIRÁ EN FRAGMENTOS DE ROCA, DUROS, DENSOS Y LIMPIOS.

LOS LÍMITES EN AGREGADO FINO PARA CONCRETO, SERÁN LOS SIGUIENTES:

MATERIAL	MAXIMO EN % DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA
PARTÍCULAS DESMENUZABLES	1.00
MATERIAL QUE PASA POR LA MALLA No. 200	5.00
CARBÓN Y LIGNITO	1.00
PÉRDIDA POR SANIDAD AL SULFATO DE SODIO	10.00

EL PESO ESPECÍFICO DE LA ARENA (PARA MUESTRA SECA), - DEBERÁ SER MAYOR O IGUAL A 2,3 MM.

## 2.- G R A V A

A). GRADUACIÓN.- EL AGREGADO GRUESO DEBERÁ ESTAR CONSTITUIDO POR PARTÍCULAS SANAS. DEBERÁ CUMPLIR CON LOS SIGUIENTES REQUISITOS, PARA LA GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS GRUESOS.

TAMAÑO NOMINAL	MATERIAL QUE PASA (PESO EN %)							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8
38.1 A 4.76 MM		95		35		10	0	
1 1/2" A No. 4	100	100		70		30	45	
25.4 A 4.76MM.			95		25		0	0
1" A No. 4		100	100		60		10	15
19.1 A 4.76MM.				90		20	0	0
3/4" A No. 4			100	100		55	10	5
12.7 A 4.76 MM.					90	40	0	0
1/2" A No. 4				100	100	70	15	5

B). REQUISITOS DE CALIDAD.- EL MATERIAL QUE ENTRE EN LA PLANTA TRITURADORA-DOSIFICADORA, CONSISTIRÁ EN FRAGMENTOS DE ROCA, DUROS, DENSOS Y LIMPIOS.

LA CANTIDAD DE SUSTANCIAS DELETÉREAS EN AGREGADOS -- GRUESOS PARA CONCRETO; NO DEBEN EXCEDERSE DE LOS SIGUIENTES - LÍMITES.

MATERIAL	MAXIMO EN % DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA
PARTÍCULAS DESMENSURABLES	0.25
PARTÍCULAS SUAVES	5.00
MATERIAL QUE PASE LA MALLA No. 200	1.00
CARBÓN Y LIGNITO	1.00

EL PESO ESPECÍFICO DE LA GRAVA (PARA MUESTRA SECA) DE

BERÁ SER MAYOR O IGUAL A 2.3 MM. PERMITIÉNDOSE UNA ABSORCIÓN MÁXIMA DE 6%.

#### MUESTREO, FRECUENCIA Y EJECUCION DE LAS PRUEBAS.

ANTES DE APROBAR UN BANCO PARA SUMINISTRO DE AGREGADOS FINO O GRUESO, SE DEBERÁN HACER LAS PRUEBAS SEÑALADAS ANTERIORMENTE, MUESTREANDO LOS MATERIALES DE ACUERDO A LA NORMA A.S.T.M.-D-75, QUEDANDO A JUICIO DE LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA, LA ACEPTACIÓN O RECHAZO DE CADA BANCO, ADEMÁS SE DEBERÁN HACER ANÁLISIS PETROGRÁFICOS DE CADA BANCO PROPUESTO, SEGÚN LA NORMA A.S.T.M.-C-295.

DURANTE LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO SE REALIZARÁN DETERMINACIONES DE CALIDAD DE LA ARENA Y LA GRAVA, CADA VEZ QUE LA SUPERVISIÓN LO SOLICITE, PERO CON UNA FRECUENCIA NO MENOR A LA SIGUIENTE:

P R U E B A	FRECUENCIA A CADA
GRANULOMETRÍA	1,500 M3.
PARTÍCULAS MENORES DE LA MALLA No. 200	1,500 M3.
PARTÍCULAS LIVIANAS	4,500 M3.
PARTÍCULAS DESMENUZABLES	4,500 M3.
PARTÍCULAS SUAVES	4,500 M3.
SANIDAD	9,000 M3.
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	1,500 M3.
PESO VOLUMÉTRICO, SUELO COMPACTO	4,500 M3.
DESGASTE DEL MATERIAL	9,500 M3.

### 3.- EL AGUA.

EL AGUA QUE SE UTILICE EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO DEBERÁ SER LIMPIA Y ESTAR LIBERADA DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ÁCIDOS, ÁLCALIS, SALES, MATERIA ORGÁNICA Y DEMÁS SUSTANCIAS QUE PUEDAN ALTERAR EL COMPUESTO QUÍMICO DEL CEMENTO - AL HACER LA MEZCLA.

CUANDO EXISTA DUDA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA, SE ELABORARÁN DOS MEZCLAS COMPARATIVAS DE CONCRETO, DICHAS MEZCLAS SERÁN IDÉNTICAS EXCEPTO POR LA PROCEDENCIA DEL AGUA. EN LA MEZCLA DE PRUEBA SE USARÁ AGUA DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE LA OBRA; EN LA MEZCLA TESTIGO, AGUA DESTILADA. SE CONSIDERA QUE EL AGUA ESTUDIADA ES ACEPTABLE CUANDO SUS ESPECÍMENES PRODUZCAN A LOS 7 Y 28 DÍAS, LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, MAYORES DEL 90% DE LAS CORRESPONDIENTES A LOS ESPECÍMENES ELABORADOS CON LA MEZCLA TESTIGO, Y LOS TIEMPOS DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL, NO DIFIERAN EN  $\pm$  60 MINUTOS.

SE EFECTUARÁN ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA PARA FABRICAR CONCRETO Y/O MORTERO, CADA VEZ QUE LA SUPERVISIÓN LO SOLICITE O BIEN CADA VEZ QUE SE CAMBIE DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE LA OBRA.

#### ALMACENAMIENTO.

UNA VEZ ACEPTADA LA FUENTE DE DONDE DEBEN OBTENERSE - LOS AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO, SERÁ NECESARIO PONERLOS EN LAS CONDICIONES REQUERIDAS Y HACERLOS LLEGAR-

HASTA EL EQUIPO DE LA DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO EN LAS MISMAS -  
CONDICIONES.

1.- NO SE ALMACENARÁN LOS AGREGADOS DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO NATURAL, PORQUE SE PRODUCEN CONTAMINACIONES AL RECOGERLOS, ES RECOMENDABLE PREPARAR UNA PLANTILLA DE ASFALTO, SUELO-CEMENTO O BIEN DE UNA PEQUEÑA CAPA DE CONCRETO POBRE -- (PLANTILLA). ASIMISMO, CONVIENE DISPONER UNA LIGERA PENDIENTE EN EL TERRENO PARA FACILITAR EL DRENAJE DEL AGUA QUE SE FILTRE A TRAVÉS DE LOS AGREGADOS Y PROPICIAR LA UNIFORMIDAD - EN SU CONTENIDO DE HUMEDAD.

2.- SERÁ NECESARIO IMPEDIR QUE LOS ALMACENAMIENTOS DE AGREGADOS DIFERENTES SE MEZCLEN ENTRE SÍ POR QUEDAR DEMASIADO PRÓXIMOS. SI EL ESPACIO DISPONIBLE PARA ALMACENAR ES REDUCIDO, CONVIENE COLOCAR MUROS, O MANPARAS DIVISORIAS ENTRE ALMACENAMIENTOS CONTIGUOS.

3.- DEBERÁ EVITARSE QUE EL VIENTO DISPERSE LA ARENA - EN EL PUNTO DE DESCARGA; ESTO SE LOGRARÁ COLOCANDO UNA TOLVA O PANTALLA DE PROTECCIÓN.

4.- CUANDO LOS AGREGADOS SE ALMACENEN EN MONTÍCULOS, DEBERÁN CONSTRUIRSE ÉSTOS EN CAPAS HORIZONTALES O SUAVEMENTE-INCLINADOS Y EN NINGÚN CASO POR VOLTEO, SOBRE LOS MONTONES NO DEBERÁN OPERARSE CAMIONES, TRAXCAVOS, U OTROS VEHÍCULOS, PUES TO QUE, ADEMÁS DE COMPACTAR Y QUEBRAR EL AGREGADO, A MENUDO - DEJAN TIERRA Y MATERIAL CONTAMINANTE SOBRE ÉSTOS DEPÓSITOS DE MATERIAL.

## DOSIFICACION

LAS CANTIDADES DE CEMENTO Y AGREGADOS, QUE INTERVIENEN EN LA FABRICACIÓN DE CONCRETO SERÁN DETERMINADAS POR PESO EN FORMA INDEPENDIENTE PARA CADA VOLUMEN DE REVOLTURA DE CONCRETO; LA CANTIDAD DE AGUA SERÁ DETERMINADA POR CADA UNIDAD DE VOLUMEN.

SE USARÁN TOLVAS INDEPENDIENTES PARA PESAR LA ARENA, GRAVA Y EL CEMENTO, LAS QUE ESTARÁN EQUIPADAS CON ADITAMENTOS NECESARIOS PARA QUE LA DESCARGA DEL CEMENTO POR REVOLTURA SEA COMPLETA. CUANDO EL CEMENTO SEA SUMINISTRADO POR SACOS, LA DOSIFICACIÓN PODRÁ REALIZARSE, PARA CADA REVOLTURA, POR SACOS COMPLETOS DE CEMENTO.

LA PLANTA DOSIFICADORA Y EL CAMIÓN-REVOLVEDORA, DEBERÁN ESTAR LO MÁS CERCA POSIBLE ENTRE SÍ; EL EQUIPO PARA TRANSPORTAR LOS MATERIALES DOSIFICADOS ESTARÁN CONSTRUIDOS Y OPERADOS DE TAL FORMA QUE NO EXISTAN PÉRDIDAS O CONTAMINACIÓN DE LOS MATERIALES DOSIFICADOS ENTRE SÍ. EL EQUIPO PARA MANEJAR EL CEMENTO EN LA PLANTA DOSIFICADORA ESTARÁ CONSTRUIDO Y OPERADO DE MANERA QUE SE EVITEN MERMAS DURANTE LA MEDICIÓN, TRANSPORTE Y DESCARGA.

LA DOSIFICADORA ESTARÁ PREVISTA DE BÁSCULAS SEPARADAS PARA EL CEMENTO Y PARA LOS AGREGADOS CON TOLVAS MEDIDORAS PARA CADA TAMAÑO DE LOS AGREGADOS (1 1/2" y 3/4"). DEBERÁ SER FACTIBLE SELECCIONAR LA REVOLTURA DESEADA PARA OBTENER EL PRO

PORCIONAMIENTO PREESTABLECIDO, DESDE LA CASETA DE OPERACIÓN.

LA BASE PARA MEDIR EL CONCRETO SERÁ EL M<sup>3</sup>, AL DESCARGAR EL CAMIÓN REVOLVEDORA, DIVIDIENDO ENTRE EL PESO VOLUMÉTRICO REAL DETERMINADO MEDIANTE ENSAYES.

EL PESO DE CADA REVOLTURA SE PODRÁ DETERMINAR COMO LA SUMA DEL PESO DE CADA MATERIAL QUE INTERVIENE EN LA REVOLTURA, INCLUYENDO EL AGUA, AGREGADOS Y CEMENTO. EL PESO VOLUMÉTRICO REAL SE OBTENDRÁ POR EL MÉTODO A.S.T.M.-C-138 Y SERÁ DETERMINADO DIÁRIAMENTE PARA CADA TIPO DE CONCRETO O CADA VEZ QUE LO ORDENE LA SUPERVISIÓN.

#### EQUIPO.

EL EQUIPO PESADOR Y MEDIDOR, SE DEBERÁ AJUSTAR A LOS SIGUIENTES REQUISITOS:

1.- CADA UNIDAD PESADORA DEBERÁ INCLUIR UNA CARÁTULA-VISIBLE CON INDICADOR, SIN RESORTE, QUE MARQUE LA CARGA DE LA BÁSCULA EN CUALQUIER ETAPA DE LA OPERACIÓN DE PESADO, DESDE CERO HASTA LA CAPACIDAD TOTAL DE LA BÁSCULA, E INCLUIR UN DISPOSITIVO QUE INDIQUE SI FALTA CARGA, SI SOBRA O SI LA BÁSCULA ESTÁ EN EQUILIBRIO, TANTO DESCARGADA COMO CUANDO ESTÁ CARGADA POR EL PESO MARCADO EN LA BARRA.

LA CARRERA DE LA AGUJA INDICADORA EN LA CARÁTULA, DEBERÁ TENER UNA AMPLITUD SUFICIENTE PARA MARCAR SOBRE CARGA DE -

CUANDO MENOS DE  $1/3$  DE LA CARRERA QUE INDICA LA FALTA DE CARGA. LAS BARRAS DE LA BÁSCULA DEBERÁN ESTAR INTERCONECTADAS - DE TAL MODO, QUE NO PUEDA INICIARSE LA OPERACIÓN DE PESADO DE UNA NUEVA REVOLTURA, HASTA QUE LA TOLVA DE PESADO ESTÉ COMPLETAMENTE DESCARGADA DE LO PESADO ANTERIORMENTE Y LA BÁSCULA ESTÉ EN EQUILIBRIO TOTAL. LAS TOLVAS DE PESADO DEBERÁN ESTAR - CONSTRUIDAS DE TAL MANERA, QUE PERMITAN ELIMINAR DE ELLAS EL MATERIAL SOBRENTE DE UNA PESADA QUE ESTÉ EN EXCESO DE LAS TOLERANCIAS PRESCRITAS.

2.- EL EQUIPO DEBERÁ AJUSTARSE FÁCILMENTE PARA COMPENSAR LA VARIACIÓN DEL PESO MOTIVADO POR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS Y POR CAMBIOS EN LAS PROPORCIONES DE LAS REVOLTURAS.

EL EQUIPO TAMBIÉN SERÁ CAPAZ DE CONTROLAR LA ENTRADA DE MATERIALES PARA PESADO Y MEDICIÓN VOLUMÉTRICA, DE MANERA - QUE LAS IMPRECISIONES COMBINADAS EN ALIMENTACIÓN Y MEDICIÓN - DURANTE LA OPERACIÓN NORMAL NO EXCEDAN DEL 1% PARA EL AGUA; - 1.5% PARA EL CEMENTO; 2% PARA LA ARENA Y DE 2.5% PARA LA GRAVA.

#### MEZCLADO DEL CONCRETO.

##### 1.- EQUIPO.

EL EQUIPO Y MÉTODO, EMPLEADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO, SERÁN LOS ADECUADOS PARA OBTENER UNIFORMIDAD EN LAS REVOLTURAS, EN CUANTO A LA CONSISTENCIA, CONTENIDO DE CEMENTO, ADITIVOS, AGUA Y DEMÁS INGREDIENTES, CON LAS MISMAS PROPOR--

CIONES DE PRINCIPIO A FIN DE CADA REVOLTURA, EN EL MOMENTO DE DESCARGARSE. SE PROVEERÁ DEL EQUIPO SUFICIENTE PARA EL MEZCLADO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO, A EFECTOS DE EVITAR AL MÁXIMO POSIBLE LAS JUNTAS FRÍAS EN EL COLADO DE LA OBRA.

CADA REVOLTURA SE AJUSTARÁ A LOS SIGUIENTES TIEMPOS DE MEZCLADO EN REVOLVEDORAS ESTACIONARIAS.

CAPACIDAD DE LA REVOLTURA	TIEMPO DE REVOLTURA
1.50 M3. O MENOS	1.5 MINUTO MÍNIMO
2.30 M3.	2 MINUTO MÍNIMO
3.00 M3.	2.5 MINUTO MÍNIMO

CUANDO EL CONCRETO SEA TRANSPORTADO POR CAMIONES-REVOLVEDORA, ESTOS DEBERÁN ESTAR EQUIPADOS EN SU INTERIOR CON AGITADORES (ASPAS) QUE SEAN CAPACES DE EVITAR LA SEGREGACIÓN DEL CONCRETO Y EN CASO DE PRODUCIRSE ÉSTA, SERÁ NECESARIO REMEZCLAR LOS INGREDIENTES DEL CONCRETO, AGREGANDO MÁS AGUA-CEMENTO.

## 2.- DESCARGA DE LA REVOLTURA.

TODAS LAS REVOLVEDORAS QUE SE UTILICEN, INDEPENDIENTEMENTE DE SU TIPO, SERÁN CAPACES DE DESCARGAR CON FACILIDAD EL CONCRETO DEL MENOR REVENIMIENTO SOLICITADO QUE ES DE 6 CMS.

DEBERÁ EVITARSE LA SEGREGACIÓN DEL AGREGADO GRUESO --

DEL CONCRETO AL DESCARGARSE, UTILIZANDO BANDAS O PALETAS, DE MANERA QUE EL CONCRETO CAIGA VERTICALMENTE, EN EL RECIPIENTE QUE LO RECIBA, SE DESECHARÁ CUALQUIER REVOLTURA QUE PRESENTE SEGREGACIÓN.

### 3.- TEMPERATURA DE MEZCLADO.

LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO DEBERÁ EFECTUARSE CON EL AGUA DE MEZCLADO A UNA TEMPERATURA IGUAL O MENOR DE 20°C, LOS AGREGADOS TENDRÁN UNA TEMPERATURA AL VACIARSE EN LA REVOLVEDORA INFERIOR A LOS 30°C. LA TEMPERATURA DEL CONCRETO, DEBERÁ ESTAR COMPRENDIDA ENTRE LOS 5°C Y 27°C, EN EL MOMENTO DE EFECTUARSE EL VACIADO DEL CONCRETO.

### C-4).- COLOCACION DEL CONCRETO.

1.- EN CASO DE ESTAR LLOVIENDO, SE PODRÁ COLAR SIEMPRE Y CUANDO LA ZONA DE TRABAJO SE PROTEJA DE LA LLUVIA. SI DURANTE EL COLADO SE PRESENTA UNA LLUVIA QUE PUEDA PROVOCAR DESLAVES Y/O DEFECTOS EN EL ACABADO, DEBERÁN PROTEGERSE CONVENIENTEMENTE LAS SUPERFICIES DE CONCRETO FRESCO; TAMPOCO SE COLARÁ EN AGUA CORRIENTE NI ESTARÁ SUJETO A SU ACCIÓN, HASTA DESPUÉS QUE SE HAYA ENDURECIDO.

2.- EN NINGÚN CASO SE USARÁ REVOLTURA QUE LLEGUE A SU DESTINO DESPUÉS DE LOS 60 MINUTOS SIGUIENTES A LA INICIACIÓN DE SU MEZCLADO. TAMPOCO SE PERMITIRÁ QUE SUFRAN ALTERACIONES LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA POR FALTA DE LIMPIEZA Y POR CON-

DICIONES INADECUADAS DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE. SI LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA LO AUTORIZA, SE PODRÁ USAR UN RETARDANTE DE FRAGUADO INICIAL.

3.- DENTRO DE LOS 90 MINUTOS POSTERIORES A LA INICIACIÓN DEL MEZCLADO, LA COMPACTACIÓN Y ACOMODO DE LA REVOLTURA SE HARÁ DE MANERA QUE LLENE TOTALMENTE LOS MOLDES, SIN DEJAR HUECOS DENTRO DE SU MASA. ESTO SE OBTENDRÁ TENIENDO EN CUENTA LO SIGUIENTE:

MEDIANTE EL USO DE VIBRADORES DE INMERSIÓN SEGÚN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES POR COLAR. DEBERÁN EMPLEARSE EN NÚMERO SUFICIENTE PARA ASEGURAR UN CORRECTO ACOMODO DE LA REVOLTURA DE ACUERDO CON EL VOLUMEN CORRESPONDIENTE A LA ETAPA QUE DEBE COLARSE.

#### VIBRADO DEL CONCRETO.

A).- EN NINGÚN CASO SE DEMORARÁ EL COLADO TANTO TIEMPO, QUE LA UNIDAD VIBRADORA NO PENETRE FACILMENTE POR SU PROPIO PESO EN EL CONCRETO PREVIAMENTE DEPOSITADO, AL REANUDAR EL COLADO, EL VIBRADOR DEBERÁ PENETRAR EN LA CAPA ANTERIOR RE VIBRANDO EL CONCRETO DEPOSITADO ANTES DE LA DEMORA.

B).- EL CONCRETO SE CONSOLIDARÁ HASTA LA DENSIDAD MÁXIMA QUE SEA POSIBLE ALCANZAR, DE MANERA QUE EXPULSE EL AIRE ATRAPADO Y QUE CIERRE ADECUADAMENTE CONTRA TODAS LAS SUPERFICIES DEL MATERIAL AHOGADO. LA CONSOLIDACIÓN DEL CONCRETO -

EN DIFERENTES ESTRUCTURAS, SE HARÁ CON VIBRADORES DE INMERSIÓN DE ACCIÓN ELÉCTRICA O NEUMÁTICA.

C).- LA CONSOLIDACIÓN DE LAS CAPAS DE CONCRETO SE AJUSTARÁ AL USO DE VIBRADORES QUE SATISFAGAN LOS REQUISITOS DESCRITOS ANTERIORMENTE Y DEBEN SEGUIR EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO:

LOS VIBRADORES SE OPERARÁN SIEMPRE EN POSICIÓN VERTICAL; POR NINGÚN MOTIVO SE ACEPTARÁ INTRODUCIR EL CABEZAL EN POSICIÓN HORIZONTAL. CUANDO EL CONCRETO SE COLOQUE EN DIFERENTES CAPAS, LA CABEZA VIBRADORA DEBERÁ PENETRAR APROXIMADAMENTE 5 CMS., EN LA CAPA SUBYACENTE LA QUE ESTARÁ EN ESTADO PLÁSTICO, SIN HABER ALCANZADO SU FRAGUADO INICIAL. EN LAS ÁREAS EN LAS CUALES SE DEPOSITE EL CONCRETO FRESCO SOBRE CONCRETO PREVIAMENTE COLADO, SE HARÁ UNA VIBRACIÓN MAYOR QUE LA USUAL, ESPECIALMENTE CUANDO SE TRATE DE CONCRETO EN MASA, PENETRANDO LA CABEZA VIBRADORA COMO SE INDICÓ ANTERIORMENTE. EN TODA VIBRACIÓN DE CONCRETO EN MASA, EL TIEMPO DE VIBRADO SERÁ AQUEL, QUE SIN PRODUCIRSE SEGREGACIÓN O SANGRADO, DÉ EL CONCRETO SU MÁXIMA DENSIDAD. NO SE COLOCARÁ MÁS CONCRETO EN CAPAS SUPERIORES HASTA QUE EL CONCRETO PREVIAMENTE COLADO HAYASIDO COMPLETAMENTE VIBRADO. SE TENDRÁ CUIDADO DE EVITAR CONTACTO DIRECTO DE LA CABEZA VIBRADORA CON LA SUPERFICIE DE LA CAPA DE LODO BENTONÍTICO. CUANDO EL CONCRETO SE CUELE POR EL PROCEDIMIENTO DE CEPAS, EN LAS ÁREAS EXTREMAS, EN LAS CUALES NO SE HAYA COMPLETADO EL ESPESOR DE LA CEPA, SE SUSPENDERÁ EL

VIBRADO HASTA QUE ÉSTA HAYA SIDO COMPLETADA.

RESISTENCIAS DEL CONCRETO.

1).- RESISTENCIA A LA COMPRESION.

DEPENDIENDO DE LA REVOLTURA (Y CON RELACIÓN DE AGUA--CEMENTO) DEL TIEMPO Y CALIDAD DEL CURADO, LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN PUEDE SER HASTA DE 400 A 500 KG/CM<sup>2</sup>. LA MAYORÍA DE LOS CONCRETOS QUE HAN SIDO ELABORADOS CON AGREGADOS COMUNES TIENEN UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 180 A 420 KG/CM<sup>2</sup>. EN LOS LUGARES DONDE UNA REVOLTURA PRODUCE CONCRETOS DE UNA RESISTENCIA MUCHO MENOR A LA REQUERIDA, DEBERÁ DISMINUIRSE LA RELACIÓN AGUA-CEMENTO. LA RESISTENCIA DE LA REVOLTURA DEBE CALCULARSE POR ENCIMA DE LA RESISTENCIA SUPUESTA EN LOS CÁLCULOS; ES BUENO UN AUMENTO DEL 15%. LA RESISTENCIA DE CONCRETOS FABRICADOS CON AGREGADOS LIGEROS ES GENERALMENTE MENOR Y EL PROPORCIONAMIENTO DE ESTAS REVOLTURAS DEBERÁ ESTAR BASADO EN PRUEBAS DE LABORATORIO, TENIENDO AGREGADOS LIGEROS QUE PRODUCEN CONCRETOS DE 210 KGS/CM<sup>2</sup>. Y ALGUNOS DE 350 KGS/CM<sup>2</sup>, CUANDO LA VIGILANCIA ES PERFECTAMENTE ADECUADA POR LOS SUPERVISORES.

LA DETERMINACIÓN DE LA FÁTIGA DE RUPTURA DEL CONCRETO (F'C) ESTÁ BASADA EN LOS RESULTADOS DE PRUEBAS SOBRE CILINDROS DE 15 X 30 CMS. CURADOS EN LABORATORIO Y PROBANDO SU RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS.

## 2).- RESISTENCIA A LA TRACCION.

LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA TRACCIÓN ES RELATIVAMENTE BAJA (APROXIMADAMENTE DEL 10% AL 15% DE SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PERO PUEDE SER HASTA DEL 20%), SIENDO LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA TRACCIÓN MÁS DIFÍCIL DE DETERMINAR QUE SU RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN. LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TRACCIÓN SON MUCHO MÁS VARIABLES.

## 3).- RESISTENCIA AL CORTE.

LA RESISTENCIA DEL CONCRETO AL CORTE ES BASTANTE GRANDE, PUDIENDO VARIAR DEL 35% AL 80% DE SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN; EN LAS PRUEBAS ES MUY DIFÍCIL SEPARAR EL ESFUERZO CORTANTE DE OTROS ESFUERZOS Y ESTO SE DEBE A LA VARIACIÓN DE LOS RESULTADOS. LOS VALORES MÁS BAJOS REPRESENTAN EL INTENTO DE SEPARAR LOS EFECTOS DE LA FRICCIÓN EN LOS ESFUERZOS CORTANTES.

LA FÁTIGA ADMISIBLE AL CORTE DEBE SER LIMITADA A VALORES MÁS BAJOS PARA PROTEGER EL CONCRETO DE OTROS ESFUERZOS DIAGONALES DE TRACCIÓN; ESTOS ESFUERZOS SON A VECES CONFUNDIDOS CON ESFUERZOS CORTANTES. TENIÉNDOSE EN CUENTA QUE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A ESFUERZOS CORTANTES NO ES IMPORTANTE Y QUE EL TÉRMINO ESFUERZO CORTANTE SE REFIERE, GENERALMENTE, A ESFUERZOS DIAGONALES DE TRACCIÓN.

EL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO NORMAL ADQUIERE SU FÁTIGA DE TRABAJO A LOS 28 DÍAS Y PARA CEMENTO FRAGUADO RÁPI-

DO SU FÁTIGA LA ADQUIERE A LOS 4 DÍAS.

#### LA ADHERENCIA EN EL CONCRETO.

LA ADHERENCIA ES LA RESISTENCIA A DESLIZARSE DESARROLLADAMENTE ENTRE EL CONCRETO Y LAS VARILLAS. EL ESFUERZO DE ADHERENCIA SE EXPRESA EN  $\text{KG}/\text{CM}^2$ , DEL ÁREA SUPERFICIAL DEL CONTACTO DE VARILLAS LISAS, REDONDAS CORRUGADAS. EL LOGRAR EVITAR EL DESLIZAMIENTO ENTRE LAS BARRAS DE REFUERZO (VARILLAS) Y EL CONCRETO ES DE GRAN IMPORTANCIA EN TODA LA CONSTRUCCIÓN DE CONCRETO ARMADO Y LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO, CONOCIDA COMO ADHERENCIA, PUEDE SER LA RESULTANTE DE LA FRICCIÓN -- Y/O RESISTENCIA ADHESIVA AL DESLIZAMIENTO. PARA LOGRAR EL -- EQUIVALENTE DE RESISTENCIA SE EMPLEAN A VECES ANCLAJES EN LOS EXTREMOS, EXTENSIONES Y VARILLAS DOBLADAS (GANCHOS).

LA RESISTENCIA A LA ADHERENCIA VARÍA CONSIDERABLEMENTE SEGÚN EL TIPO DE CEMENTO, DE LOS ADITIVOS Y LA RELACION -- AGUA-CEMENTO; TODO ESTO INFLUYE EN LA CALIDAD DE LA REVOLTURA DE CONCRETO. ESTO SE REDUCE NOTABLEMENTE MEDIANTE AIRE ARRAS TRADO; AUMENTA POR LA VIBRACIÓN RETARDADA SI SE APLICA DEBIDAMENTE Y DURANTE UN TIEMPO ADECUADO, LO QUE MEJORA APARENTEMENTE EL FACTOR ESENCIAL EN TODO TIPO DE OBRA; EL PROCEDIMIENTO PARA ÚTIL VIBRADO VARÍA CON EL TIPO DE TRABAJO, CON EL TIPO -- DE VIBRADOR UTILIZADO Y CON LA CALIDAD DEL CONCRETO.

EL USO DEL VIBRADOR EN UN COLADO PUEDE FAVORECER LA -- RESISTENCIA DEL CONCRETO, YA QUE ES POSIBLE UTILIZAR MENOR --

CANTIDAD DE AGUA EN LA REVOLTURA, LOGRÁNDOSE CON EL VIBRADO - QUE LAS PARTÍCULAS DEL CONCRETO SE PONGAN EN MOVIMIENTO, REDUCIENDO DE ESE MODO LA FRICCIÓN ENTRE ELLAS, HACIENDO QUE LA REVOLTURA SEA MÁS FLUIDA, Y POR LO CONSIGUIENTE FACILITANDO EL COLADO Y MEJORANDO EL ACABADO POR LA MISMA UNIFORMIDAD LOGRADA POR ESTE MEDIO.

C-5).- CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.

A).- MUESTREO DE CONCRETO FRESCO.

SE REQUIEREN MUESTRAS COMPLETAS, A MENOS QUE SE EXCEPTÚEN ESPECÍFICAMENTE POR LOS PROCEDIMIENTOS QUE GOBIERNEN LAS PRUEBAS QUE HAN DE REALIZARSE. TALES COMO ENSAYES PARA DETERMINAR LA UNIFORMIDAD DE LA CONSISTENCIA Y LA EFICACIA DEL MEZCLADO Y PARA LO CUAL TENDRÁN QUE REGIRSE A LA NORMA D.G.N.-C-161 Y LA A.S.T.M.-C-172, EN LAS CUALES SE DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO PARA OBTENER MUESTRAS REPRESENTATIVAS DEL CONCRETO -- FRESCO TAL Y COMO SE ENTREGA EN LA OBRA, SOBRE LAS QUE SE REALIZARÁN PRUEBAS PARA DETERMINAR SI SE CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE CALIDAD DE LAS ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO; ADEMÁS - DE TENER EN CONSIDERACIÓN LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES:

1.- EL TIEMPO QUE TRANSCURRA ENTRE LA OBTENCIÓN DE LA PRIMERA Y DE LA ÚLTIMA PORCIÓN DE LAS MUESTRAS COMPUESTAS, DEBERÁ SER TAN CORTO COMO SEA POSIBLE Y EN NINGÚN CASO DEBERÁ EXCEDERSE DE 15 MINUTOS.

2.- LAS MEZCLAS Y REVOLTURAS INDIVIDUALES SE TRANSPORTARÁN AL LUGAR DONDE VAYAN A REALIZARSE LAS PRUEBAS SOBRE CONCRETO FRESCO, O DONDE SE MOLDEEN LOS ESPECÍMENES DE PRUEBA; - DESPUÉS, DEBERÁN COMBINARSE Y MEZCLARSE CON UNA PALA LO MÍNIMO NECESARIO PARA ASEGURAR LA UNIFORMIDAD.

3.- LAS PRUEBAS DE REVENIMIENTO, DE CONTENIDO DE AIRE, O DE AMBAS, DEBERÁN COMENZARSE DENTRO DE LOS PRIMEROS 5 MINUTOS, DESPUÉS DE COMPLETAR EL MUESTREO. LUEGO, DEBERÁN COMPLETARSE TAN RÁPIDAMENTE COMO SEA POSIBLE. EL MOLDEADO DE ESPECÍMENES PARA PRUEBAS DE RESISTENCIA TENDRÁ QUE COMENZARSE DENTRO DE LOS PRIMEROS 15 MINUTOS, DESPUÉS DE QUE SE HAYA FABRICADO LA MUESTRA COMPUESTA. EL TIEMPO ENTRE LA OBTENCIÓN Y EL EMPLEO DE LA MUESTRA SERÁ TAN CORTO COMO SEA POSIBLE; LA MUESTRA DEBERÁ PROTEGERSE DEL SOL, DEL VIENTO Y DE OTRAS CAUSAS - DE EVAPORACIÓN RÁPIDA, ASÍ COMO DE LA CONTAMINACIÓN DE OTROS MATERIALES.

#### B).- TAMAÑO DE LA MUESTRA.

1.- LAS PRUEBAS PARA MUESTRA DE RESISTENCIA DEBERÁN SER CUANDO MENOS, DE 20 LTS. PUEDEN PERMITIRSE MÁS PEQUEÑAS PARA PRUEBAS RUTINARIAS DE CONTENIDO DE AIRE Y DE REVENIMIENTO; SU TAMAÑO ESTARÁ EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO.

2.- MUESTREO EN REVOLVEDORAS ESTACIONARIAS.- EL CONCRETO SE MUESTREARÁ A DOS O MÁS INTERVALOS ESPACIADOS EN FOR-

MA REGULAR DURANTE LA DESCARGA DE LA PORCIÓN INTERMEDIA DE LA REVOLVEDORA. TÓMESE LAS MUESTRAS ASÍ OBTENIDAS, DENTRO DE -- LOS LÍMITES DEL TIEMPO ESPECIFICADO Y COMBÍNESE EN UNA SOLA, -- PARA PROPÓSITOS DE ENSAYE. NO DEBEN TOMARSE MUESTRAS DE LA -- PRIMERA O DE LA ÚLTIMA PORCIÓN DE LA DESCARGA. EL MUESTREO -- SE EFECTÚA PASANDO UN RECEPTÁCULO A TRAVÉS DEL CHORRO COMPLETO DE DESCARGA, O SI LA DESCARGA DEL CONCRETO ES DEMASIADO RÁPIDO PARA DESVIARLA COMPLETAMENTE, ENTONCES SE VACÍA EN UN RECIPIENTE O UNIDAD DE TRANSPORTE (CARRETILLA) LO SUFICIENTEMENTE GRANDE PARA ACOMODAR LA CARGA COMPLETA DE LA MUESTRA Y POSTERIORMENTE REALIZAR EL MUESTREO EN LA FORMA QUE YA SE INDICÓ. SE DEBERÁ TENER CUIDADO DE NO RESTRINGIR EL FLUJO DE CONCRETO DE LA REVOLVEDORA, DEL RECIPIENTE O DE LA UNIDAD DE TRANSPORTE, A FIN DE EVITAR LA SEGREGACIÓN. ESTOS REQUISITOS SE APLICARÁN A REVOLVEDORAS BASCULANTES Y NO BASCULANTES.

3.- MUESTREO EN REVOLVEDORAS.- EL CONCRETO SE PODRÁ MUESTREAR EN DOS O MÁS INTERVALOS ESPACIADOS EN FORMA REGULAR DURANTE LA DESCARGA DE LA PORCIÓN INTERMEDIA DE LA REVOLVEDORA; TÓMESE LAS MUESTRAS ASÍ OBTENIDAS DENTRO DE LOS LÍMITES DE -- TIEMPO ESPECIFICADOS Y COMBÍNESE EN UNA SOLA, PARA PROPÓSITO DE ENSAYE. EN NINGÚN CASO DEBERÁN OBTENERSE MUESTRAS ANTES DE AGREGAR TODA EL AGUA A LA REVOLVEDORA, NI TAMPOCO SE OBTENDRÁN DE LA PRIMERA O LA ÚLTIMA PORCIÓN DE LA DESCARGA.

EL MUESTREO SE EFECTUARÁ PASANDO REPENTINAMENTE UN RECEPTÁCULO POR EL CHORRO COMPLETO DE DESCARGA, O DESVIANDO COM

PLETAMENTE ÉSTE A UN RECIPIENTE DE MUESTRAS. LA VELOCIDAD DE DESCARGA DEBE REGULARSE MEDIANTE LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL TÁMBOR, Y NO POR EL TAMAÑO DE ABERTURA DE LA COMPUERTA.

c).- FRECUENCIA DE PRUEBAS.

ANTES DE APROBAR LOS PROPORCIONAMIENTOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CONCRETOS, QUE VAN A SER EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN, SE DEBERÁN HACER LAS PRUEBAS SEÑALADAS ANTERIORMENTE, MUESTREANDO EL CONCRETO DE ACUERDO CON LO ESPECIFICADO, QUEDANDO A JUICIO DE LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA, LA ACEPTACIÓN O RECHAZO DE CADA UNO DE LOS CONCRETOS; ADEMÁS SE DEBERÁN HACER LAS PRUEBAS NECESARIAS PARA VERIFICAR LOS AGREGADOS, AGUA Y CONCRETO UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO.

DEBIDO A QUE EL CONCRETO EMPLEADO EN LAS OBRAS TIENE DIFERENTES RESISTENCIAS DE PROYECTO, REVENIMIENTO, TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADOS Y DIFERENTES PROCEDENCIAS POR LO QUE RESPECTA A SU FABRICACIÓN, SE REALIZARÁN DETERMINACIONES DE LA CALIDAD DEL CONCRETO Y SUS COMPONENTES, MEDIANTE ENSAYES CORRESPONDIENTES, CADA VEZ QUE LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA OBRA Y LA SUPERVISIÓN LO SOLICITE, PERO CON UNA FRECUENCIA NO MENOR A LA SEÑALADA A CONTINUACIÓN:

TIPO DE PRUEBA	FRECUENCIA
CONSISTENCIA DE LAS MEZCLAS MEDIANTE LA PRUEBA DE REVENIMIENTO.	A CADA 5.00 M3.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA: CONCRETO $f'_c = 200$ KG/CM <sup>2</sup> . MUESTRA DE 2 CILINDROS. MUESTRA DE 4 CILINDROS.	A CADA 5.00 M3. A CADA 30.00 M3.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA: CONCRETO $f'_c = 150$ KG/CM <sup>2</sup> . MUESTRA DE 2 CILINDROS. MUESTRA DE 4 CILINDROS	A CADA 10.00 M3. A CADA 30.00 M3.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA: CONCRETO $f'_c = 100$ KG/CM <sup>2</sup> . MUESTRA DE 4 CILINDROS	A CADA 30.00 M3.
PESO VOLUMÉTRICO Y CONTENIDO DE AIRE	*
SANGRADO DEL CONCRETO	*
TIEMPO DE FRAGUADO DE REVOLTURA	*
RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO	*
RESISTENCIA A TENSIÓN INDIRECTA	*
MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO Y RELACIÓN DE POISSÓN, DEL CONCRETO.	*

LAS PRUEBAS SEÑALADAS CON (\*), SE REALIZARÁN CON LA FRECUENCIA QUE JUZGUE CONVENIENTE LA DIRECCIÓN GENERAL Y LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA. LOS RESULTADOS DE ESTAS DETERMINACIONES, SON CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO QUE EVENTUALMENTE CONVIENE CONTROLAR, YA QUE COMO DATOS DE CARÁCTER GENERAL, PUEDEN RELACIONARSE CON LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.

LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COM

PRESIÓN DE LOS CILINDROS DE CONCRETO, SERÁN ENTREGADOS OPORTUNAMENTE A LOS INTERESADOS, CON OBJETO DE QUE SI SE DA EL CASO DE DETECTAR UNA REVOLTURA DE MALA CALIDAD, SE PUEDEN TOMAR MEDIDAS PARA CORREGIR O BIEN PARA DEMOLER LAS PARTES QUE FUERON COLADAS CON DICHA REVOLTURA.

CORRESPONDE A LA DIRECCIÓN GENERAL Y A LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA, DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES PRACTICADOS EN UNA DETERMINADA REVOLTURA, Y UTILIZADA EN DETERMINADOS ELEMENTOS DE LA OBRA, EL ACEPTAR O RECHAZAR U ORDENAR LA DEMOLICIÓN DE DICHO ELEMENTO, O BIEN REFORZAR EL ELEMENTO CON UNA ESTRUCTURA AUXILIAR.

## C A P I T U L O   I I

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL MURO MILAN

## A).- CONSTRUCCION DEL BROCAL GUIA.

SE CONSTRUYEN MEDIANTE ZANJAS RECUBIERTAS CON UNA SECCIÓN DE CONCRETO ARMADO. LOS BROCALES TIENEN LA FINALIDAD DE RETENER LOS RELLENOS SUELTOS SUPERFICIALES Y DE SERVIR DE -- GUÍA A LOS EQUIPOS DE EXCAVACIÓN DE LOS MUROS MILÁN (MUROS COLADOS EN SITIO), ASÍ COMO TAMBIÉN PROPORCIONAR UNA SUPERFICIE DE TRABAJO FIRME Y LIMPIA.

DETECTAR POSIBLES INTERFERENCIAS COMO MAMPOSTERÍAS, - INSTALACIONES MUNICIPALES, ETC. LOS BROCALES ESTÁN FORMADOS POR DOS MURETES CON UN ESPACIO LIBRE DE 65 CMS. (PARA MUROS DE 60 CMS.) O DE 85 CMS. (PARA MUROS DE 80 CMS.) Y SU ALINEAMIENTO DEBERÁ AJUSTARSE AL TRAZO, EL CUAL DEBERÁ ESTAR EN PLANOS DONDE SE TENGA TODA LA ZONA POR CONSTRUIR, ES DECIR, UNA PLANTA GENERAL DE LOCALIZACIÓN DE TODA LA OBRA, VER FIGURA No. 3.

## CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS BROCALES:

## 1.- LOSAS HORIZONTALES.

ESTA LOSA POR LO GENERAL TIENE UN ESPESOR MÍNIMO DE -

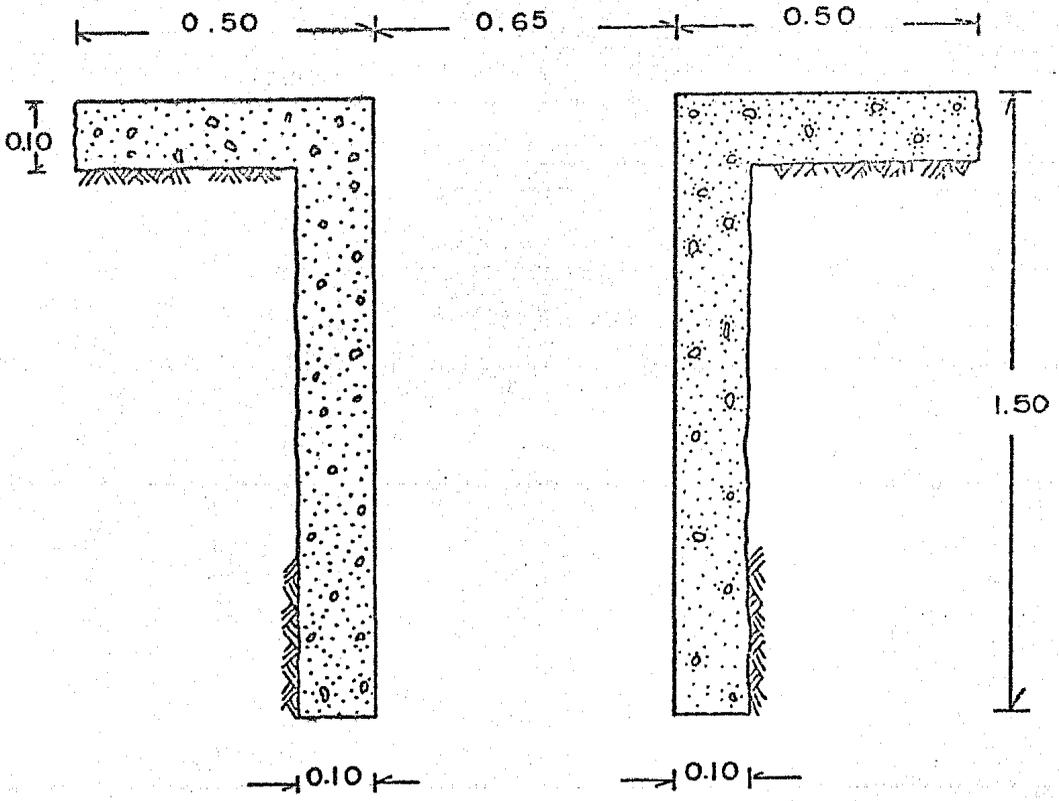


FIG. No. 3

" BROCAL TIPO . "

10 CMS. Y UN ANCHO MÍNIMO DE 50 CMS. COMO SE INDICA EN LA FIGURA No. 3. LO ANTERIOR PUEDE MODIFICARSE A CRITERIO DE LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES QUE PRESENTE EL TERRENO DE APOYO, DE TAL MANERA DE GARANTIZAR SIEMPRE QUE EL BROCAL QUEDE BIEN APOYADO SIN PELIGRO DE VOLTEARSE DURANTE LA EXCAVACIÓN. SOBRE ESTAS LOSAS SE PODRÁN RODAR MÁQUINAS DE EXCAVACIÓN Y ADEMÁS NOS SERVIRÁ TAMBIÉN COMO REFERENCIA DE NIVELACIÓN PARA LA PROFUNDIDAD DE LA EXCAVACIÓN, PARA LA COLOCACIÓN DEL LODO BANTONÍTICO DURANTE LA EXCAVACIÓN, PARA LA COLOCACIÓN DE LA PARRILLA DE ACERO DE REFUERZO, ASÍ COMO TAMBIÉN PARA EL COLADO DEL MURO MILÁN.

## 2.- FALDON - MURO.

ESTE PUNTO SE REFIERE A LA PARED VERTICAL, LA CUAL DEBE SER PERFECTAMENTE LISA Y VERTICAL, O SEA A PLOMO, DANDO LA SEPARACIÓN CORRECTA ENTRE PARED Y PARED, ES DECIR 65 CMS. Ó 85 CMS. SEGÚN ESTÉ ESPECIFICADO EN EL PROYECTO, VER FIGURA No. 3.

## 3.- PROFUNDIDAD.

ESTA PROFUNDIDAD ES VARIABLE, SEGÚN, SEA EL ESPESOR DE LOS RELLENOS, PERO EN NINGÚN CASO SERÁ MENOR DE 1.50 M. NI MAYOR A LA PROFUNDIDAD A LA QUE SE ENCUENTRA EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. LA PROFUNDIDAD DEL FALDÓN DEL BROCAL PARA CADA TRAMO DEBERÁ ESTAR INDICADO EN LOS PLANOS ESTRUCTURALES.

EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BROCALES GUÍA ES NECESARIO LLEVAR A CABO LOS SIGUIENTES PUNTOS:

A).- LOCALIZACION Y TRAZO.

COMO SE INDICÓ ANTERIORMENTE ES NECESARIO CONTAR CON EL PLANO DONDE SE TENGA UNA PLANTA GENERAL DE LA OBRA, PARA PODER HACER UN TRAZO TOPOGRÁFICO DE TODA LA OBRA Y TRATAR QUE LA MODULACIÓN DE LOS MUIROS (PANELES) DE PROYECTO SE MODIFIQUEN EN EL CAMPO, SEGÚN CONVenga PARA SALVAR LAS INTERFERENCIAS CON MAYOR FACILIDAD DURANTE SU EJECUCIÓN.

B).- EXCAVACION.

ESTA EXCAVACIÓN PUEDE HACERSE CON MÁQUINA (RETROEXCAVADORA, DRAGA EQUIPADA CON CUCHARÓN DE ALMEJA) PARA MAYOR RAPIDEZ Y MEJOR ACABADO DE LAS PAREDES, AUNQUE TAMBIÉN PUEDE HACERSE A MANO (CON PICO Y PALA) CUANDO EXISTAN BASTANTES INTERFERENCIAS.

C).- ACERO DE REFUERZO.

COMO ESTE TIPO DE ESTRUCTURA NO VA A SOPORTAR GRANDES CARGAS, SE RECOMIENDA USAR UN TIPO DE ARMADO CON VARILLA DEL No. 2.5 ó No. 3 A CADA 30 CMS. EN AMBOS SENTIDOS Y EN DOS LECHOS, VER FIGURA No. 4.

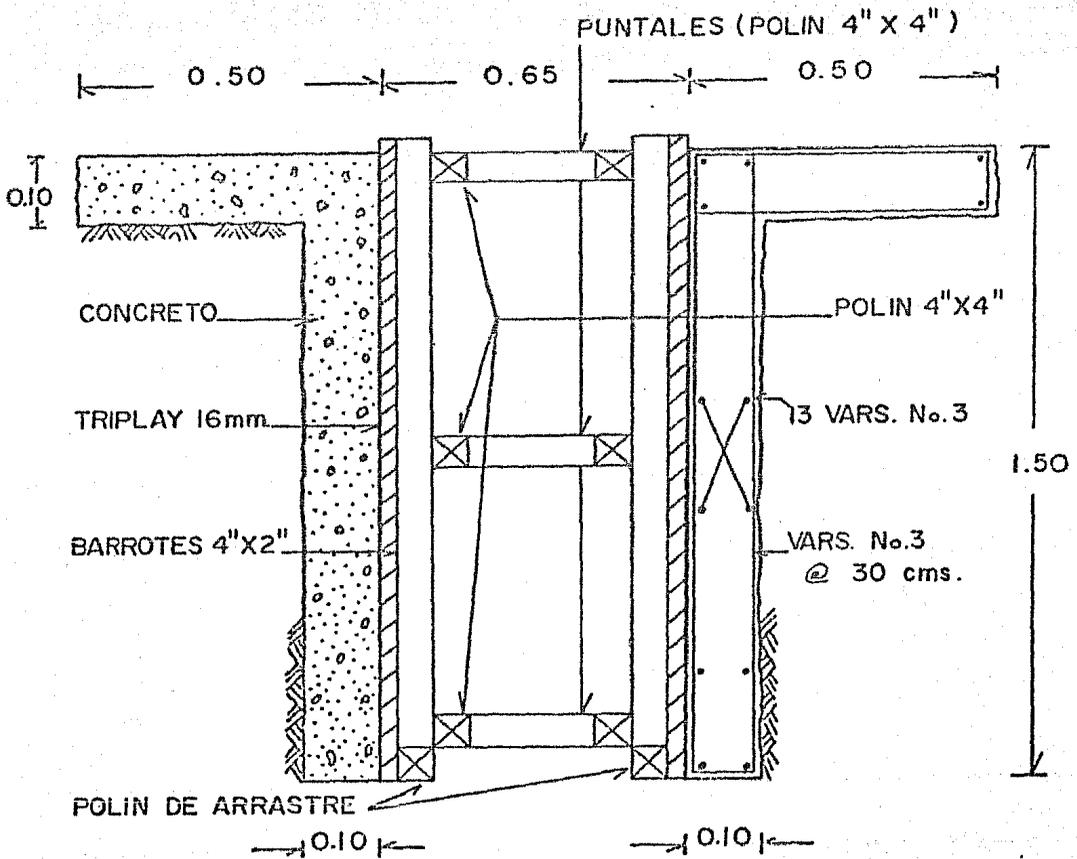


FIG. No. 4

ARMADO, CIMBRADO Y COLADO DE BROCALES GUIA

## D).- CIMBRA

UNA VEZ COLOCADO EL ACERO DE REFUERZO, SE PROCEDERÁ A CIMBRAR. ÉSTA CIMBRA CONSISTE EN:

1).- TRIPLAY DE 3/4" DE ESPESOR, QUE SE USARÁ PARA CIMBRAR LAS CARAS EXTERIORES DEL BROCAL. SE RECOMIENDA TRIPLAY, POR LA RAPIDEZ Y UNIFORMIDAD QUE DEJA DESPUÉS DEL DES-CIMBRADO.

2).- BARROTES DE 4"x2", QUE SE USARÁN PARA REFORZAR EL TRIPLAY (PARA EVITAR EL PANDEO A LA HORA DE VACIAR EL CONCRETO.

3).- POLINES DE 4"x4", QUE SE USARÁN COMO PUNTALES Y SE COLOCARÁN A CADA 2.00 MTS. EN EL SENTIDO HORIZONTAL. EN EL SENTIDO VERTICAL SE COLOCARÁN EN DOS NIVELES CUANDO LA ALTURA SEA DE 1.50 MTS., VER FIGURA No. 4.

## E).- COLADO.

ES LA ÚLTIMA FASE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL BROCAL O MURO GUÍA. ÉSTE COLADO SE DEBERÁ VIBRAR PARA EVITAR LOS ABOLSAMIENTOS DEL VACIADO DEL CONCRETO. EL TIPO DE CONCRETO A EMPLEAR SERÁ DE ACUERDO AL PROYECTO, PERO POR LO GENERAL ESTE CONCRETO SERÁ DE  $f'_c = 150$  KGS./CM. NORMAL CON UN TAMAÑO MÁXIMO DE 38 MM. (1"1/2), VER FIGURA No. 4.

## RECOMENDACIONES GENERALES

1).- ES CONVENIENTE QUE EL BROCAL QUEDE SIN LIGA DE -  
ARMADO EN EL SENTIDO LONGITUDINAL POR LO MENOS A CADA 5.00 -  
MTS. PARA SU FÁCIL FRACTURA O DEMOLICIÓN POSTERIOR.

2).- CON EL OBJETO DE NO PERDER LA RIGIDEZ QUE PROPOR  
CIONA EL BROCAL A LAS PAREDES DE LA ZANJA Y EVITAR UNA POSI--  
BLE FALLA EN EL TERRENO, ES ACONSEJABLE QUE LA PARTE INFERIOR  
DEL BROCAL ESTÉ A 10 CMS. ABAJO DEL NIVEL DEL COLADO.

3).- UNA VEZ QUE EL BROCAL HA QUEDADO TERMINADO ES NE  
CESARIO QUE SE TROQUELE AL RETIRAR LA CIMBRA, ESTE TROQUELA--  
MIENTO SE HACE CON POLINES DE 4"x4" A CADA 2.50 MTS. EN EL --  
SENTIDO LONGITUDINAL Y EN EL SENTIDO VERTICAL EN DOS NIVELES--  
CUANDO LA PROFUNDIDAD SEA DE 1.50 MTS., VER FIGURA No. 5.

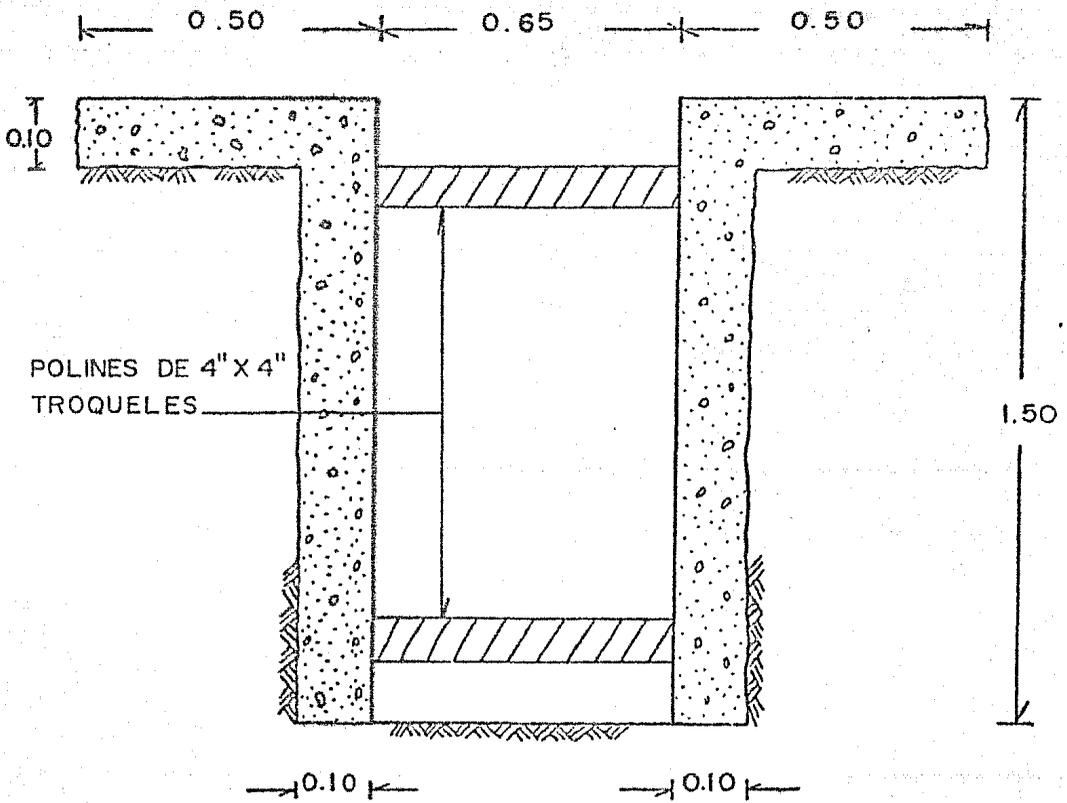


FIG. No. 5

" TROQUELADO DE BROCAL "

## B).- EXCAVACION DEL MURO MILAN.

ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN DE LOS MUROS MILÁN ES NECESARIO AISLAR EL TRAMO DE ZANJA QUE SE VA A CONSTRUIR. ESTE AISLAMIENTO SE HACE COLOCANDO TAPONES DE RETENCIÓN DE LODO BENTONÍTICO CON EL FIN DE CONFINAR EL TRAMO DONDE SE VA A -- USAR EL LODO, EVITÁNDOSE DE ESTA MANERA QUE SE LLENE EL BROCAL CONSTRUIDO EN TODA SU LONGITUD, REDUCIENDO DE ESTA MANERA LA CONTAMINACIÓN DEL LODO BENTONÍTICO. ESTOS TAPONES CONSISTEN EN DOS TAMBORES DE MADERA, SEPARADOS ENTRE SÍ UNOS 50 CMS. RELLENANDO DE MATERIAL COMÚN COMPACTADO EL ESPACIO ENTRE ÉSTOS.

TODA VEZ QUE HA SIDO AISLADO EL TRAMO DE ZANJA QUE SE VA A CONSTRUIR, SE PROCEDERÁ A INICIAR LA EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS HASTA EL NIVEL DE DESPLANTE DE LOS MUROS, NO SIN ANTES HABER COLOCADO EN DICHO TRAMO DE ZANJA EL LODO BENTONÍTICO EL CUAL DEBERÁ MANTENERSE EN UN NIVEL DE 80 CMS. ABAJO DEL BORDE SUPERIOR DEL BROCAL, DURANTE TODO EL PROCESO DE EXCAVACIÓN DE LOS MUROS.

EL EQUIPO DE EXCAVACIÓN DEBERÁ, ANTES DE INICIAR A TRABAJAR EN EL TRAMO DE ZANJA CORRESPONDIENTE, DE CUMPLIR CON LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE TRABAJO:

1).- COLOCAR EL EQUIPO DE TAL FORMA QUE LA ALMEJA ESTÉ CENTRADA Y PARALELA AL BROCAL.

2).- CHECAR QUE EN ESTA POSICIÓN LAS ORUGAS DE LA MÁ-

QUINA QUEDEN PARALELAS AL BROCAL.

3).- NIVELAR LA MÁQUINA EN LAS DOS DIRECCIONES. ESTO SE VERIFICA CON UN NIVEL DE MANO, QUE SE COLOCA EN LAS VIGUETAS DE SOPORTE DE LAS ORUGAS. LAS CORRECCIONES EN EL NIVEL DE LA MÁQUINA SE LOGRAN POR MEDIO DE CALZAS DE MADERA (POLINES, BARROTES, ETC.).

4).- VERIFICAR LA VERTICALIDAD DE LA VARA (GUÍA DE EXCAVACIÓN PARA EL OPERADOR DE LA MÁQUINA) EN DOS DIRECCIONES - POR MEDIO DE UNA PLOMADA. LAS CORRECCIONES SE EFECTÚAN EN UN SOLO SENTIDO, VARIANDO EL ÁNGULO DE LA PLUMA Y EN EL OTRO SENTIDO CORRIGIENDO LOS TENSORES DEL MARCO METÁLICO. SE DEBERÁ-CHECAR LA VERTICALIDAD DE LA VARA DURANTE LA EXCAVACIÓN PARA-SABER SI NO HA SUFRIDO ALGUNA DESVIACIÓN.

ESTOS EQUIPOS REALIZARÁN LA EXCAVACIÓN DE LA ZANJA EN TRES POSICIONES, YA QUE LA LONGITUD DE LOS PANELES (GENERAL--MENTE SON DE 6.00 MTS. COMO MÁXIMO) SE FIJA DE ACUERDO A LO -SIGUIENTE:

- A).- DISTANCIA ENTRE PANELES.
- B).- MÁXIMA ABERTURA DEL CUCHARÓN.
- C).- DIMENSIÓN MÁXIMA PARA EL COLADO CORRECTO, ES DE 6.00 MTS.

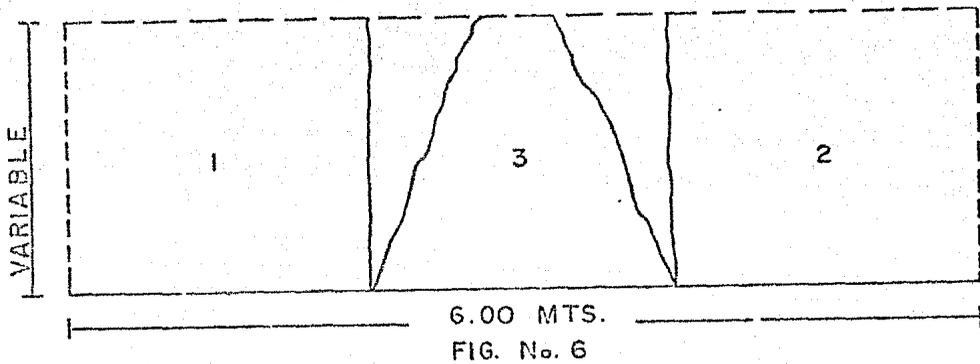
PASOS A SEGUIR EN LA EXCAVACION:

- 1.- SERÁ EMPEZADO EN UN EXTREMO CUALQUIERA QUE SEA.

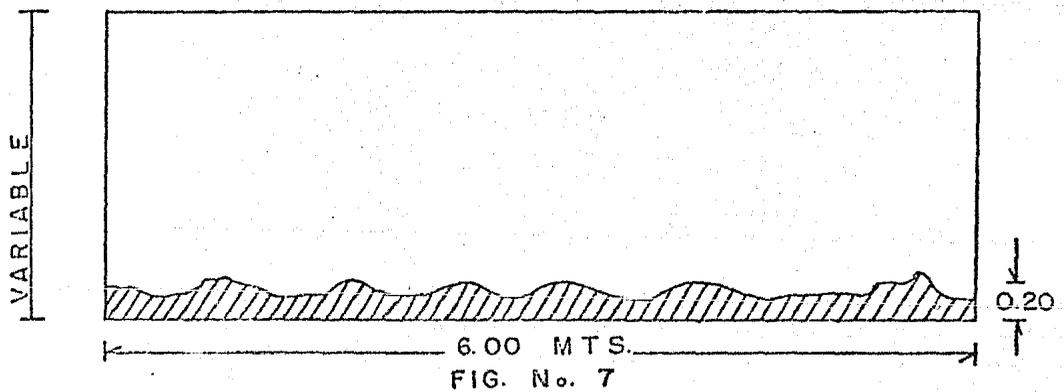
- 2.- TERMINADO ÉSTE, SE PASARÁ AL EXTREMO CONTRARIO.
- 3.- SE CONCLUIRÁ CORTANDO EL PRISMA CENTRAL. (VER FIGURA No. 6).

LA EXCAVACIÓN DE LOS MUROS DEBERÁ HACERSE CON EQUIPO O MAQUINARIA CUYA HERRAMIENTA DE CORTE SEA GUIADA, CON OBJETO DE OFRECER UNA AMPLIA GARANTÍA EN LA VERTICALIDAD, ALINEAMIENTO E INTEGRIDAD DE LAS PAREDES DE LA ZANJA Y QUE PERMITA ALCANZAR SIN PROBLEMAS LA PROFUNDIDAD MEDIA DEL MURO INDICADA EN EL PROYECTO. POR NINGÚN MOTIVO SE PERMITIRÁ LA EXCAVACIÓN QUE UTILICE CUCARÓN DE ALMEJA LIBRE O CUALQUIER OTRA HERRAMIENTA NO GUIADA, YA QUE CON ESTE EQUIPO LA VERTICALIDAD DE LOS MUROS NO SE GARANTIZA Y SE PROVOCAN DERRUMBES DURANTE LA EXCAVACIÓN.

DEBE TENERSE PRESENTE QUE LA HERRAMIENTA DE EXCAVACIÓN DEBE DESLIZARSE CON SUAVIDAD, SIN CHICOTEOS NI GOLPES, HINCARLA SIN DEJARLA QUE CHOQUE O QUE CAIGA LIBREMENTE CONTRA EL LODO O CONTRA LAS PAREDES DE LA ZANJA PARA EVITAR DESPRENDIMIENTOS O CAIDOS, METERLA Y SACARLA SIN BRUSQUEDAD PARA EVITAR EFECTOS DE EMBOLO EN EL LODO, CORTAR FIRMEMENTE LA ARCI-LLA HINCANDO LA HERRAMIENTA A PRESIÓN SIN SACUDIR NI ARRANCAR DE SÚBITO. UNA EXCAVACIÓN HECHA CON DESTREZA Y SIGUIENDO LAS PRECAUCIONES ANTES INDICADAS, CONducIRÁ A MEJORES ACABADOS DE LOS MUROS, A UN COLADO LIMPIO Y AHORRARÁ PROBLEMAS POSTERIORES DE RELLENOS, RECTIFICACIONES O AFINACIONES DE LOS MUROS PARA CUMPLIR CON SU VERTICALIDAD Y ALINEAMIENTO.



PASOS PARA LA EXCAVACION DE UN PANEL DE 6.00 MTS., 6 ESTADOS DE EXCAVACION.



AFINE DEL FONDO DE LA ZANJA.

EL CUMPLIMIENTO DE ESTAS INDICACIONES CONJUGADO CON UN LODO DE PERFORACIÓN DE BUENA CALIDAD (VER ESPECIFICACIONES CAPÍTULO I) EVITARÁ CAIDOS Y DESLAVES QUE AZOLVEN LA ZANJA Y QUE PROVOQUEN SOCAVACIÓN DE LAS PAREDES Y EVITARÁ MOVIMIENTOS DE LAS PROPIAS PAREDES Y DEL FONDO QUE SE PUEDEN DIFUNDIR HACIA EL EXTERIOR CAUSANDO DESPLAZAMIENTOS DE LAS ZONAS VECINAS.

LAS EXCAVACIONES DE LAS ZANJAS SE HARÁN EN FORMA ALTERNADA, ES DECIR NO DEBERÁN EXCAVARSE TABLEROS CONTIGUOS EN FORMA SIMULTÁNEA. ASIMISMO NO SE EXCAVARÁ NINGÚN TABLERO HASTA QUE EL CONCRETO DEL CONTIGUO HAYA ALCANZADO SU FRAGUADO INICIAL.

LA LONGITUD DE LAS ZANJAS EXCAVADAS QUE ALOJARÁN LOS MUROS DEL CAJÓN SE INDICARÁ PARA CADA CASO EN LOS PLANOS ESTRUCTURALES CORRESPONDIENTES A CADA TRABAJO, PERO EN NINGÚN CASO EXCEDERÁ DE 6.00 M.

LA PROFUNDIDAD DE LA EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS SERÁ LA INDICADA EN EL PROYECTO PARA CADA CASO PARTICULAR (VER PLANOS TOPOGRÁFICOS DE PERFIL LONGITUDINAL).

DURANTE LA EXCAVACIÓN DEBERÁ EFECTUARSE UN CONTROL DE LAS PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN; ESTE CONTROL CONSISTIRÁ EN EFECTUAR LAS PRUEBAS NECESARIAS PARA CONFIRMAR QUE DICHAS PROPIEDADES CUMPLAN CON LOS LÍMITES ESPECIFICADOS EN EL CAPÍTULO I. SE LLEVARÁN A CABO CUANDO MENOS DOS PRUEBAS DE LADO POR CADA TABLERO, LA PRIMERA AL VACIAR EL LODO EN LA ZANJA ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN Y LA SEGUNDA INMEDIATAMENTE ANTES DE INTRODUCIR LA

PARRILLA DE REFUERZO. SI LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LODO INDICAN QUE NO SE CUMPLE CON ALGUNAS DE LAS PROPIEDADES ESPECIFICADAS, EL LODO DEBERÁ RECIRCULARSE DESDE LA ZANJA HASTA LA BATERÍA DE LOS HIDROCICLONES DESARENADORES. ES CONVENIENTE QUE EN CASO DE SER NECESARIA ESTA RECIRCULACIÓN SE CUENTE CON LAS INSTALACIONES NECESARIAS (TOMA Y DESCARGA) PARA MANTENER EN FUNCIONAMIENTO CONTÍNUO LA BATERÍA DE HIDROCICLONES DURANTE TODO EL PROCESO DE RECIRCULACIÓN.

TODO LODO DE PRIMER USO QUE SE UTILICE EN LAS ZANJAS DE EXCAVACIÓN, DEBERÁ TENER UN PERÍODO DE REPOSO MÍNIMO DE 8 HORAS.

EN CASO DE QUE EL LODO SE SUMINISTRE POR MEDIO DE PIPAS, EL LODO CONTAMINADO DEBERÁ SUSTITUIRSE POR LODO NUEVO -- CONSERVANDO SIEMPRE EL NIVEL DEL LODO DENTRO DE LA ZANJA A 80 CENTÍMETROS ABAJO DEL BORDE SUPERIOR DE LOS BROCALES.

POR NINGÚN MOTIVO DEBERÁ PERMITIRSE ABATIR EL NIVEL -- ARRIBA INDICADO DE LA BENTONITA, YA QUE CAUSARÍA SUCCIONES Y GRADIENTES EN EL MANTO FREÁTICO QUE FAVOREZCAN LA DESINTEGRACIÓN Y EL DERRUMBE DE LAS PAREDES. UN MISMO LODO PODRÁ UTILIZARSE LAS VECES QUE DETERMINE EL LABORATORIO DE CONTROL Y QUE, EN TODO CASO, SERÁN LAS QUE PERMITAN QUE EL LODO CUMPLA CON -- TODAS SUS ESPECIFICACIONES. DESPUÉS DE ELLO SE DESECHARÁ EL LODO. DEBERÁN PREVERSE LAS INSTALACIONES DE PREPARACIÓN Y REGENERACIÓN DE LODOS Y LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO SUFICIENTE

TES PARA CUBRIR AMPLIAMENTE LAS NECESIDADES DIARIAS DE LA --  
OBRA; ESTA AMPLITUD CUBRIRÁ UN 50% EN EXCESO DEL VOLUMEN DE --  
LAS ZANJAS POR RELLENAR EN EL DÍA, PARA ABSORBER EL CONSUMO --  
ADICIONAL QUE SE TENGA POR FUGAS O PÉRDIDAS DE LODO A TRAVÉS--  
DE LAS FISURAS Y GRIETAS EN LAS ARCILLAS, O DE LOS POROS EN --  
LOS MATERIALES MÁS PERMEABLES. CUANDO LAS FUGAS SE NOTEN EX--  
TRAORDINARIAS PODRÁ USARSE ASERRÍN EN EL LODO PARA RELLENAR --  
LAS GRIETAS. EL ASERRÍN DEBE AÑADIRSE EN LOS RECIPIENTES DE--  
MEZCLADO Y NO DESPUÉS, PARA EVITAR QUE SE FORMEN GRUMOS.

CUANDO SE PERCIBA CUALQUIER FUGA DE LODO DURANTE LAS--  
OPERACIONES DE EXCAVACIÓN DEBERÁN ANOTARSE TODAS SUS CARACTE--  
RÍSTICAS Y SEÑALARSE DE INMEDIATO EN LA BITÁCORA DE LA OBRA,--  
POR NINGÚN MOTIVO SE ADMITIRÁ COLAR EN UN TRAMO DONDE SE HA--  
YAN PERCIBIDO FUGAS Y NO SE HAYAN TRATADO ADECUADAMENTE HASTA  
ASEGURARSE DE QUE HAYAN DESAPARECIDO.

NO PUEDE DEJARSE UNA ZANJA TOTALMENTE EXCAVADA Y ADE--  
MANADA CON LODO POR MUCHO TIEMPO, POR LO QUE NO DEBERÁN PASAR  
MÁS DE VEINTICUATRO HORAS ENTRE EL INICIO DE LA EXCAVACIÓN DE  
UN TABLERO Y EL INICIO DE SU COLADO. ASIMISMO, NO DEBEN --  
TRANSCURRIR MÁS DE SEIS HORAS ENTRE EL MOMENTO QUE SE ALCANCE --  
LA MÁXIMA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN Y EL INICIO DEL COLADO.

EN VISTA DE QUE LA HERRAMIENTA DE EXCAVACIÓN DE LA --  
ZANJA ES CURVA, LA PROFUNDIDAD DE LA EXCAVACIÓN DEBERÁ LLEVAR  
SE A LA QUE INDICA EL PROYECTO EN CADA CASO MÁS 20 CENTÍME--  
TOS, VER FIGURA NO. 7.

TERMINADA LA EXCAVACIÓN, DEBERÁ PROCEDERSE A LA LIMPIEZA DEL AZOLVE DEL FONDO, UTILIZANDO UN TUBO INYECTOR QUE SE PASARÁ POR TODO EL PISO DE LA ZANJA. OTRA ALTERNATIVA CONSISTE EN LA RECOLECCIÓN DEL AZOLVE CON LA ALMEJA.

#### EQUIPO PARA LA EXCAVACION.

LA EXCAVACIÓN EN ZANJA PARA ALOJAR EL MURO MILÁN SE HACE MEDIANTE UN EQUIPO GUIADO, DE LOS CUALES SE CONOCEN VARIOS SISTEMAS COMO EL EQUIPO POLENSKY-ZOLLNER Y EL EQUIPO WILLIAMS; DESCRIBIREMOS EL SISTEMA BÁSICO DE ESTOS EQUIPOS, YA QUE LA DIFERENCIA PRINCIPAL ENTRE AMBOS SISTEMAS ES LA SECCIÓN DE LA VARA METÁLICA GUIADA QUE EN EL EQUIPO POLENSKY-ZOLLNER ES RECTANGULAR Y EN EL SISTEMA WILLIAMS ES CIRCULAR.

EL EQUIPO GUIADO CONSISTE EN UNA VARA METÁLICA DE SECCIÓN RECTANGULAR O CIRCULAR, SEGÚN DEL EQUIPO QUE SE TRATE, CON ROLES INTERNOS PARA PODER GUIAR LOS CABLES DE ARRASTRE Y DE LEVANTE.

EN EL EXTREMO INFERIOR DE LA VARA ESTÁ ACOPLADA UN CUCCHARÓN-ALMEJA, LIGADA ÉSTA A UN SISTEMA DE GUÍAS TABULARES. EXISTEN DOS TIPOS DE CUCCHARÓN-ALMEJA PARA USARSE EN MUROS DE 80 CMS. Y 60 CMS. DE ESPESOR CON CAPACIDADES DE  $3/4$  YD<sup>3</sup>. Y DE  $1/2$  YD<sup>3</sup>. RESPECTIVAMENTE.

LOS CUCCHARONES-ALMEJA USADOS EN ESTOS EQUIPOS CUENTAN ADEMÁS DE LOS DIENTES CONVENCIONALES DE CORTE, CON UNA SERIE-

DE DIENTES LATERALES QUE TIENE POR OBJETO PEINAR LAS PAREDES-  
DEL TERRENO EXCAVADO PARA DEJAR UN ACABADO LISO, QUE ES LA --  
QUE VA A DARLE UN ACABADO APARENTE A DICHO MURO (DESPUÉS DEL-  
COLADO).

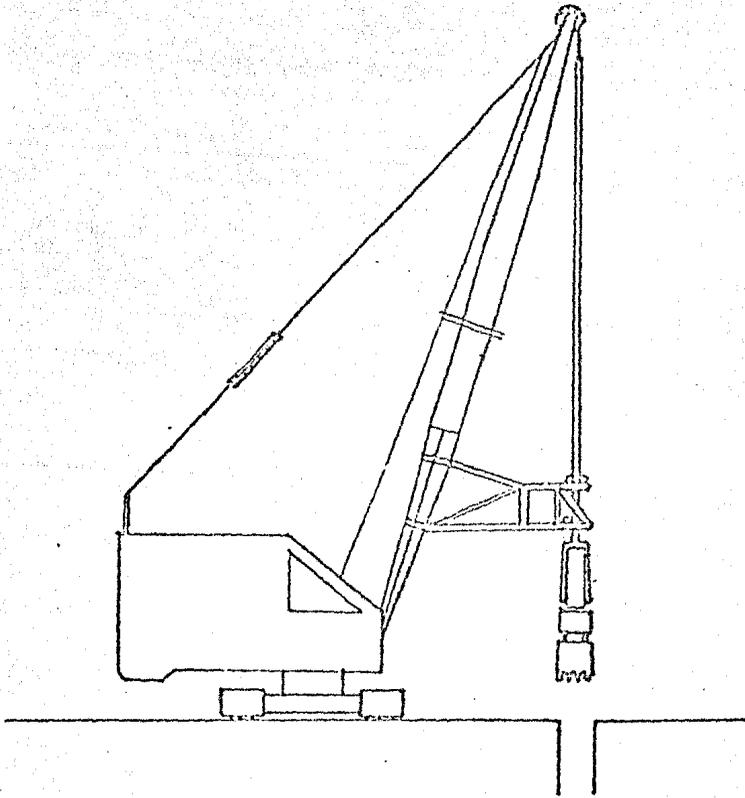
LA VARA CON SU ALMEJA ESTÁ SOPORTADA POR LOS CABLES -  
DE LA GRÚA DEL TIPO LINK-BELT-108, CON PLUMA DE 70 FT. CON --  
SUS CONTRAPESOS CORRESPONDIENTES Y SE MUEVE A TRAVÉS DE UN --  
MARCO CON SISTEMA DE ROLES DE GUÍA FIJADO A LA PLUMA DE LA --  
GRÚA. CON ESTE MARCO SE ASEGURA LA VERTICALIDAD Y SE PROPOR-  
CIONA LA POSIBILIDAD DE CORRECCIONES A LA MISMA.

EL ÁNGULO DE LA PLUMA DE LA GRÚA DEBE QUEDAR COMPREN-  
DIDO ENTRE 79° Y 81°, PARA GARANTIZAR SU ESTABILIDAD, YA QUE-  
EL EQUIPO PESA APROXIMADAMENTE DE 10 TON. A 12 TON.

LA PROFUNDIDAD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN CON EQUIPO GUIADO  
ES DE 12.50 MTS. APROXIMADAMENTE, VER FIGURA.

### C).- ARMADO DEL MURO MILAN.

EL ARMADO ES MUY VARIABLE DEPENDIENDO DE LA PROFUNDI-  
DAD DE DESPLANTE, LONGITUD, ESPESOR, SISTEMA DE APUNTAMIEN-  
TO, CONDICIONES DEL SUBSUELO Y SU FUNCIÓN QUE TENDRÁ DENTRO -  
DE LA ESTRUCTURA GENERAL, SEA POR MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO (TA  
BLAESTACA) O BIEN MUROS ESTRUCTURALES (DE CARGA).



EQUIPO POLENSKY & ZOLLNER  
PARA LA EXCAVACION DE LOS MUROS MILAN



## 1.- MUROS TABLAESTACA.

EN ESTE CASO LOS MUROS TIENEN SU FUNCIÓN DENTRO DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO, COMO TABLAESTACADO, Y COMO ELEMENTOS DE DAR MÁS PESO A LA CONSTRUCCIÓN. SU LIGA A LA ESTRUCTURA PRINCIPAL SE LOGRA POR MEDIO DE LLAVES DE CORTANTE HECHAS A BASE DE PLACAS DE POLIESTIRENO, QUE AL RETIRARSE FORMAN UNA CAJA A TODO LO LARGO DEL MURO EN LA PARTE INFERIOR DEL MURO, QUE AL COLAR LA ESTRUCTURA PRINCIPAL SE LIGA EL ARMADO Y SE LLENA DE CONCRETO EFECTUÁNDOSE ASÍ LA LIGA DEFINITIVA, VER FIGURA No. 8.

## 2.- MUROS ESTRUCTURALES.

EN ESTE CASO DE ESTRUCTURAS TIPO CAJÓN COMO LA QUE SE USA EN EL METROPOLITANO DE MÉXICO, LOS MUROS ADEMÁS DE TENER SU FUNCIÓN DENTRO DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO, FORMAN PARTE DIRECTA DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL, Y PARA SU LIGA CON ÉSTA, O SEAN LAS LOSAS DE PISO Y TECHO, EL ARMADO DE LOS MUROS TIENE QUE SER CONTINUADO A ELLAS; LO QUE SE LOGRA A BASE DE VARILLAS DE DESDOBLAR, VER FIGURA No. 9.

LAS VARILLAS A DESDOBLAR SE COLOCAN EN EL ARMADO, PROTEGIDAS CON MANGAS DE PLÁSTICO Y SOBRE PLACAS DE POLIESTIRENO, PARA FACILITAR POSTERIORMENTE EL DESDOBLADO DE LAS VARILLAS Y EFECTUARSE, ASÍ LA LIGA ESTRUCTURAL. EN LA PRÁCTICA SE HA INDICADO QUE EL DIÁMETRO Y CALIDAD DE LAS VARILLAS ES DE 3/4" -

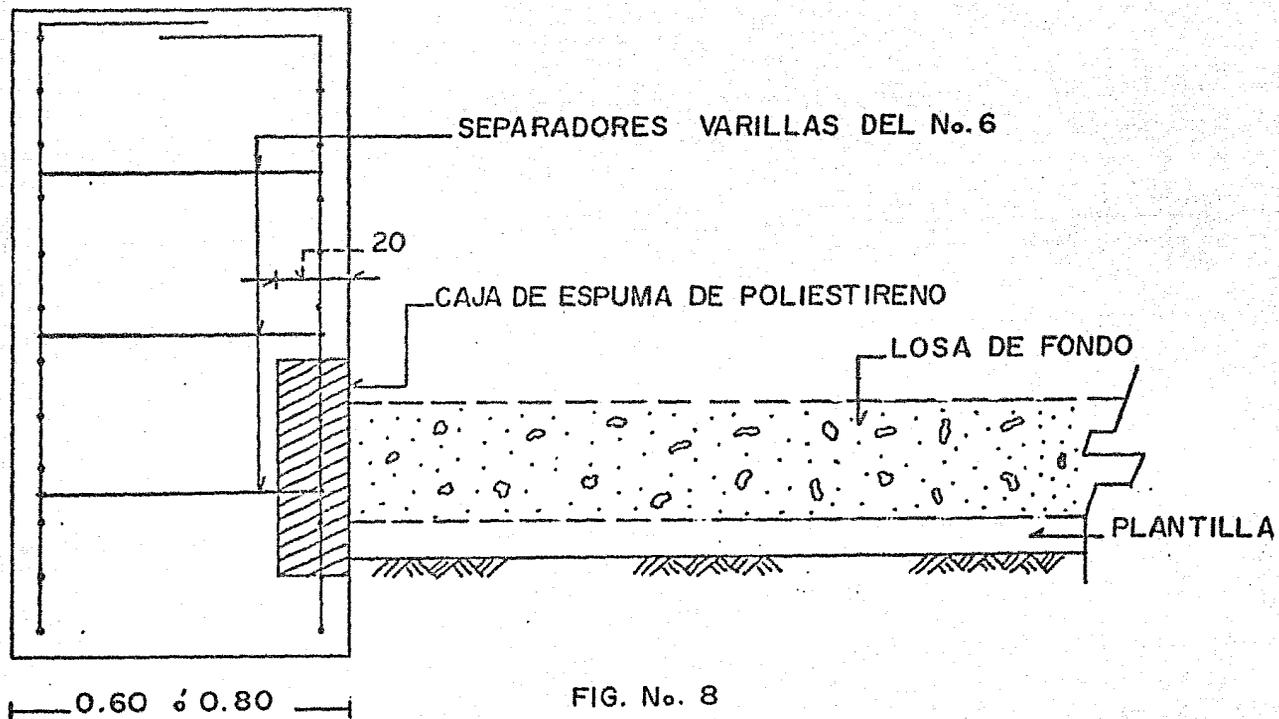


FIG. No. 8

MURO DE ACOMPAÑAMIENTO

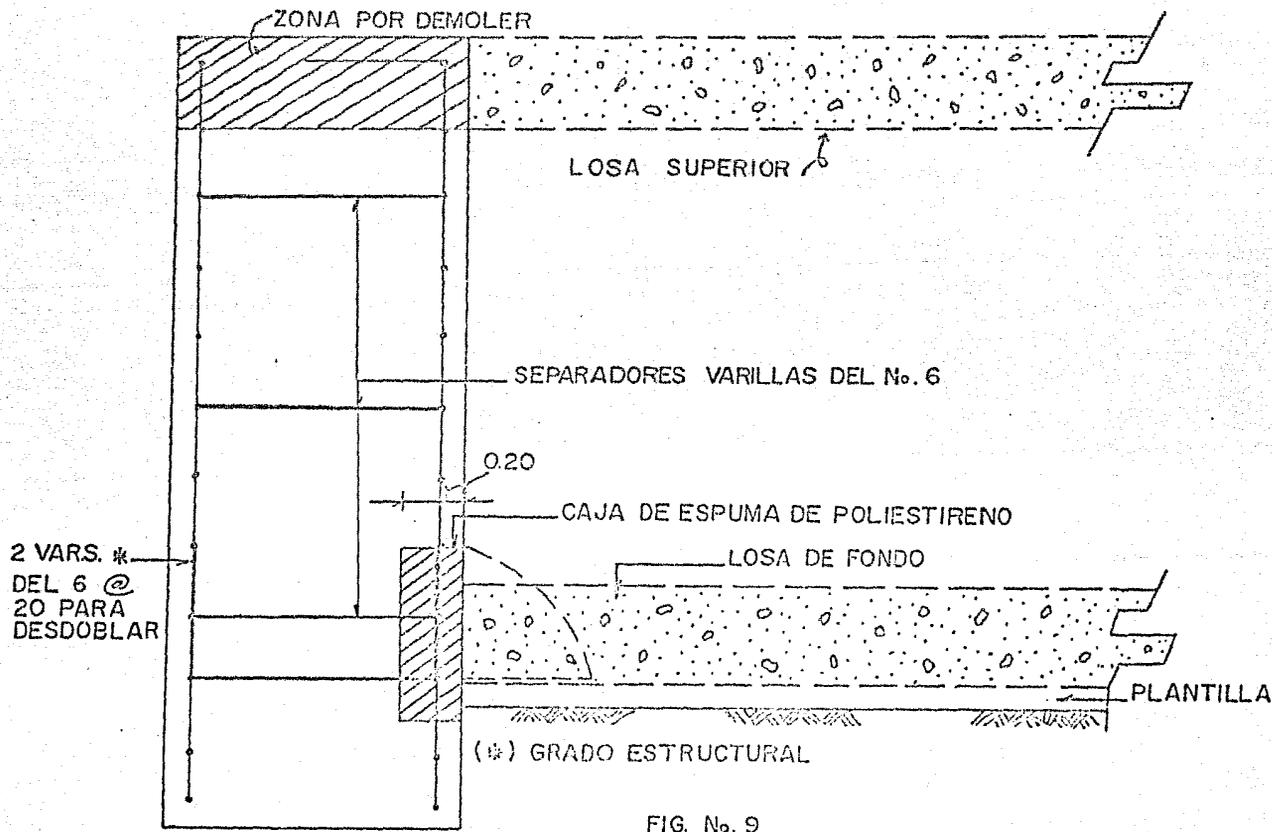


FIG. No. 9  
 MURO ESTRUCTURAL

GRADO ESTRUCTURAL, PARA EVITAR UN ALTO PORCENTAJE DE FRACTURA DE LAS VARILLAS EN EL MOMENTO DEL DESDOBLADO; (EMPOTRAMIENTO-DE LOSA DE FONDO),

EL ARMADO DE ACERO DE REFUERZO SE PREFABRICA EN UNA ZONA CERCA DE LA EXCAVACIÓN, ACCESIBLE PARA QUE LA GRÚA PUEDA HACER SUS MANIOBRAS AL COLOCAR LA PARRILLA DE ACERO DE REFUERZO. TAL PARRILLA, ADEMÁS DEL ACERO ESTRUCTURALMENTE NECESARIO, LLEVA VARILLAS RIGIDIZANTES (IZADORES Y SEPARADORES), -- VER FIGURAS No. 10 Y 11, QUE EVITAN EL FLAMBEO DE LA PARRILLA Y VARILLAS DE SOPORTE (OREJAS) QUE TRABAJAN DURANTE LA MANIOBRA DE LEVANTE Y COLOCACIÓN DE LA PARRILLA DE ACERO DE REFUERZO EN LA CEPA.

EL SISTEMA DE RIGIDEZ DE LAS PARRILLAS, ASÍ COMO EL PROPIO ARMADO ESTRUCTURAL, ESTÁN DISEÑADOS DE TAL FORMA QUE PERMITAN EL PASO DE LOS TUBOS (TROMPA DE ELEFANTE) DE COLADO, VER FIGURA No. 12.

#### 1).- COLOCACION DE LA PARRILLA.

DEBIDO AL PESO DE LAS PARRILLAS, LA COLOCACIÓN SE HACE CON AYUDA DE UNA AUTOGRÚA DE CUALQUIER TIPO (MONTADA SOBRE CAMIÓN O BIEN MONTADA EN ORUGAS) DEPENDIENDO DE LA LONGITUD Y EL PESO DE LA PARRILLA QUE SE VAYA A COLOCAR.

PARA QUE LA PARRILLA NO SUFRA NINGUNA DEFORMACIÓN SE LEVANTA POR MEDIO DE UN BALANCÍN, QUE ES UN ELEMENTO DE SOPOR

TE COMPUESTO POR UNA VIGA "I" DE 8" DE PLACA DE ACERO Y CON -  
PERFORACIONES EN LA MISMA PLACA, PARA COLOCAR LOS CABLES DE -  
SOPORTE, VER FIGURA No. 14.

UNA VEZ QUE SE HA REVISADO EL ARMADO DE LA PARRILLA -  
PARA VER SI ES EL CORRECTO, QUE NO HAY VARILLAS SUeltas Y QUE  
ESTÁN CORRECTAMENTE SOLDADOS LOS ELEMENTOS DE SOPORTE, SE CO-  
LOCARÁN EL BALANCÍN FIJÁNDOLO POR MEDIO DE GRILLETES (PERROS)  
A LAS OREJAS DE SOPORTE. PARA TENER MAYOR SEGURIDAD EN LA MA-  
NIOBRA, SE COLOCAN CABLES DE SEGURIDAD EN OTRO LUGAR QUE NO -  
SEAN LAS OREJAS DE SOPORTE (CONTRAVENTEO).

SE LEVANTA LA PARRILLA DE MANERA QUE NO SUFRA DEFORMA-  
CIONES, ESTO ES LENTAMENTE SIN MOVIMIENTOS BRUSCOS PARA NO DE-  
FORMAR EL ARMADO DE LA PARRILLA. SE TRANSPORTA AL LUGAR DON-  
DE SE VA A COLOCAR Y SE HACE DESCENDER LENTAMENTE, VERIFICAN-  
DO CONSTANTEMENTE LA VERTICALIDAD Y EL ALINEAMIENTO.

ES IMPORTANTE QUE LAS PARRILLAS QUEDEN COLOCADAS EN SU  
NIVEL CORRECTO, PARA QUE TRABAJEN CONFORME AL PROYECTO, LAS -  
PREPARACIONES DE LIGA DE ARMADO COINCIDAN CON EL LECHO DE RE-  
FUERZO AL QUE SE VA A LIGAR. PARA ESTO SE DEBE TENER EN CUEN-  
TA QUE LA PARRILLA TENDRÁ UN RECUBRIMIENTO EN EL FONDO DE LA-  
EXCAVACIÓN QUE SERÁ DE 20 CMS. Y POR LO TANTO, LA ARMADURA DE-  
BERÁ QUEDAR COLGADA Y ESTO SE LOGRA CON CABLES DE ACERO QUE -  
SE COLOCAN EN LAS OREJAS DE SOPORTE DE LA PARRILLA, VER FIGU-  
RA No. 15.

## 2).- FIJACION DE LA PARRILLA.

EN EL MOMENTO DE COLOCAR LA PARRILLA, SE PUEDE PRESENTAR UN DESPLAZAMIENTO DE LA PARRILLA DEBIDO A LA COLOCACIÓN DE LAS TROMPAS DE COLADO, PARA EVITAR ESTO ES NECESARIO QUE LA PARRILLA QUEDE DEBIDAMENTE FIJA, ESTO SE LOGRA TROQUELANDO LA PARRILLA.

EL SISTEMA DE TROQUELAMIENTO SE REALIZA POR MEDIO DE GATOS DE TORNILLO QUE PRESIONAN SOBRE LA LOSA SUPERIOR HORIZONTAL DEL BROCAL, FORMANDO ASÍ PUNTOS FIJOS PARA RECIBIR POLINES QUE SON LOS QUE VAN A SOPORTAR LOS DESPLAZAMIENTOS QUE PUEDA TENER LA PARRILLA DURANTE LA FASE DEL VACIADO DEL CONCRETO, VER FIGURA No. 16.

EN EL CASO DE ARMADOS PROFUNDOS EL TROQUELAMIENTO SE HARÁ CON TUBOS DE 2" GALVANIZADOS EN LUGAR DE POLINES DE MADERA, QUE LLEVARÁN EN LA PARTE INFERIOR UNA PATA PARA RECIBIR EL ARMADO.

EL TROQUELAMIENTO DE LA PARRILLA SE DEBERÁ RETIRAR CUANDO EL NIVEL DEL CONCRETO SE ENCUENTRE EN EL NIVEL DE REMANTE DE LA PARRILLA, QUE ES CUANDO YA NO EXISTE PELIGRO DE ALGÚN DESPLAZAMIENTO.

EL TIEMPO MÁXIMO QUE TRANSCURRA ENTRE EL MOMENTO DE INTRODUCCIÓN DE LA PARRILLA EN LA ZANJA Y EL COLADO DE LA MISMA SERÁ DE 4 HORAS, PERÍODOS MAYORES FAVORECEN LA FORMACIÓN -

DEL CAKE Y REDUCEN LA ADHERENCIA CONCRETO-ACERO, POR ESTA RAZÓN EL COLADO DEL MURO DEBERÁ INICIARSE INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE INTRODUCIDA LA PARRILLA DE ARMADO, YA QUE NO ES CONVENIENTE SACAR Y METER NUEVAMENTE LA PARRILLA DE LA ZANJA PUES EN CADA OPERACIÓN SE PUEDEN PRODUCIR CAÍDOS INDESEABLES QUE AFECTAN LA ESTABILIDAD DE LA ZANJA.

CON OBJETO DE GARANTIZAR EL RECUBRIMIENTO DE LOS MUROS, LAS PARRILLAS DE ARMADO DEBERÁN HABILITARSE CON ROLES DE CONCRETO DE 5" DE DIÁMETRO QUE IRÁN FIJADOS AL ACERO PRINCIPAL DE LA PARRILLA POR MEDIO DE VARILLAS DE 3/4" LOCALIZADAS EN AMBAS CARAS DE LA PARRILLA Y TRES NIVELES EQUIDISTANTES EN EL SENTIDO VERTICAL. CADA UNA DE LAS VARILLAS LLEVARÁ CUATRO ROLES UBICADOS TAMBIÉN EQUIDISTANTES EN EL SENTIDO HORIZONTAL. EL RECUBRIMIENTO LIBRE SERÁ DE 5 CMS. A 7 CMS., VER FIGURA -- No. 13.

ASIMISMO, SERÁ NECESARIO DEJAR DENTRO DE LA PARRILLA ESPACIOS LIBRES DE 60x60 CM CON VARILLAS VERTICALES DE GUÍA PARA EL PASO DE LAS TROMPAS DE COLADO. PARA IMPEDIR EL PASO DE CONCRETO EN LA ZONA DE UNIÓN POSTERIOR CON LA LOSA DE PISO, SE HARÁ UNA CAJA DE 1.25 M DE ALTURA Y 15 CM DE ESPESOR, A LO LARGO DE LA PARRILLA, CON ESPUMA DE PLÁSTICO AMARRADA CON TELA DE GALLINERO. DEBE CUIDARSE, EN EL DESCENSO Y COLOCACIÓN DE LA PARRILLA, QUE LA CAJA NO SE DEFORME, PARA NO PERDER LA POSICIÓN Y EL ANCLAJE PROVISTO.

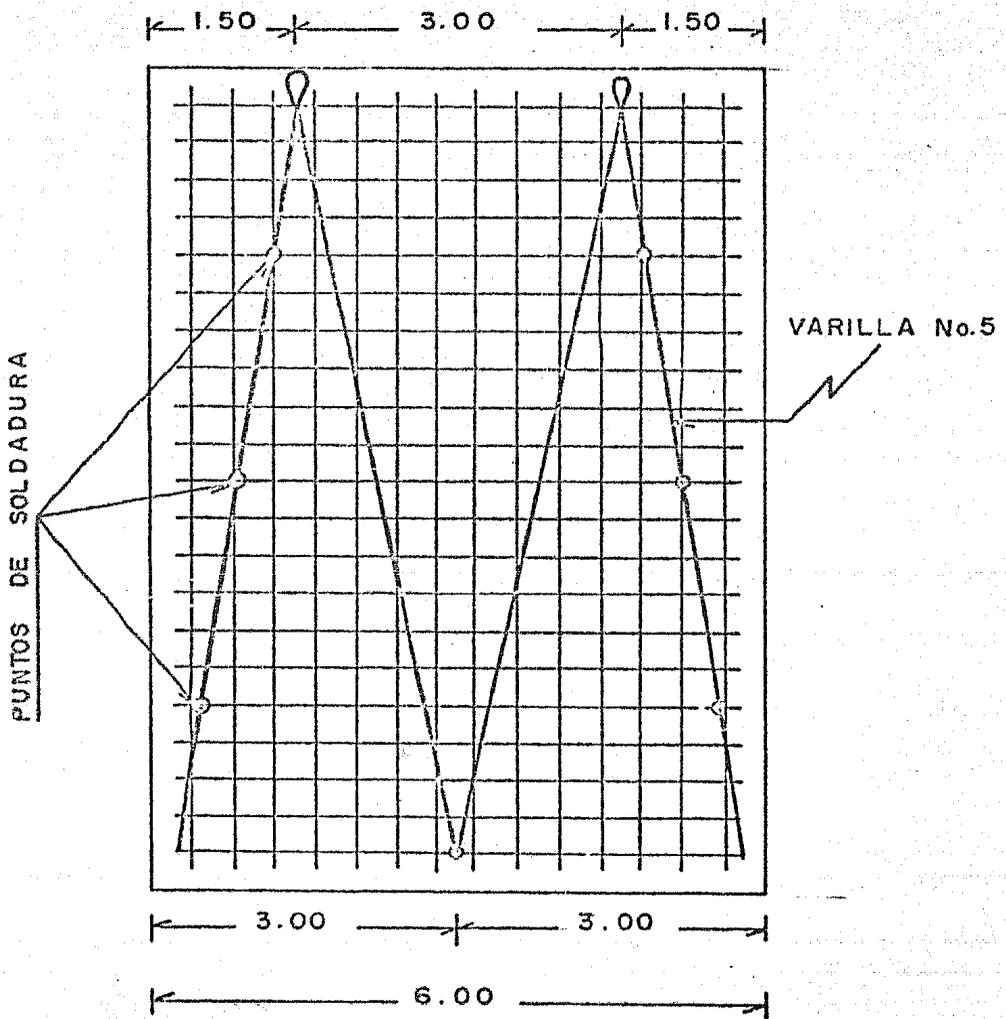
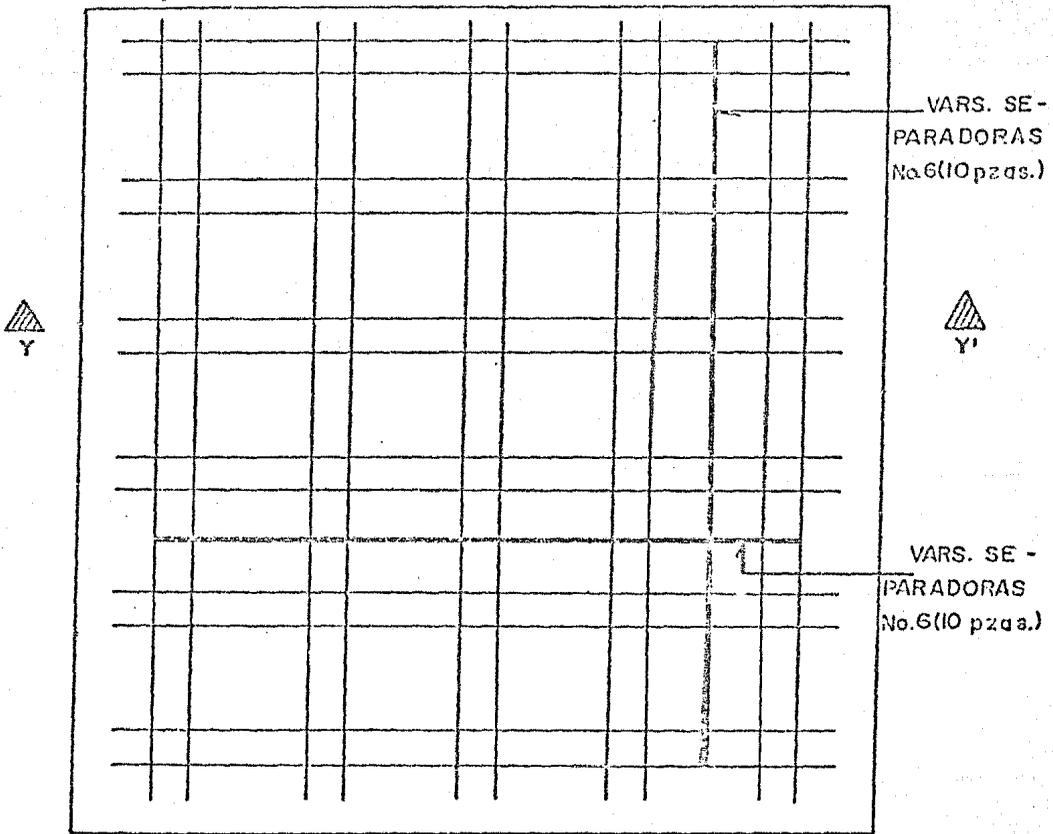
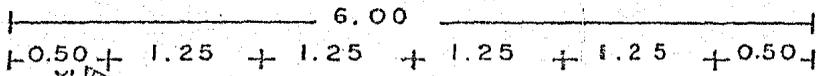


FIG. No. 10

DETALLE DE IZADORES



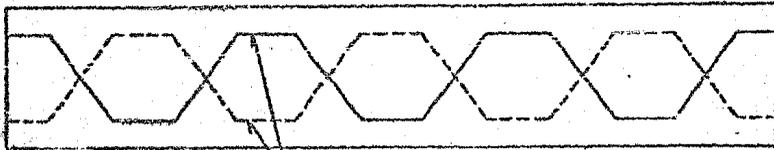
Y

Y'

X

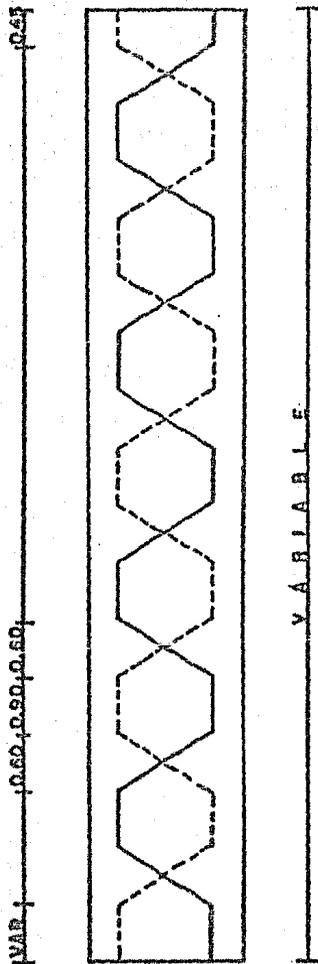
FIG. No. II  
 DETALLE DE SEPARADORES

6.00  
0.25, 0.60, 0.20, 0.60, 0.20, 0.30, 0.20, 0.60, 0.30, 0.60, 0.20, 0.60, 0.20



SEPARADORES No. 6

CORTE Y-Y'



CORTE X-X'

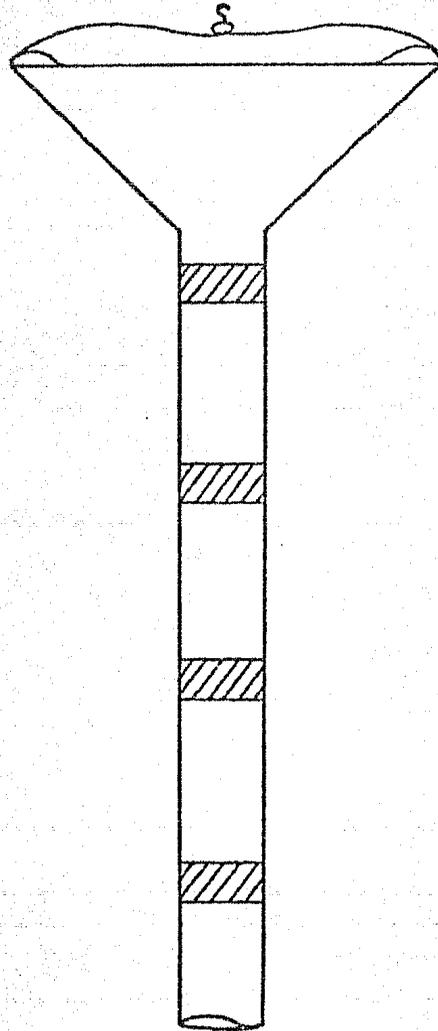
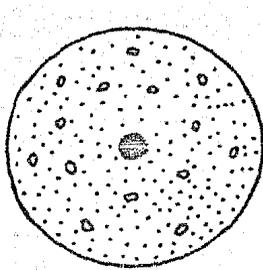
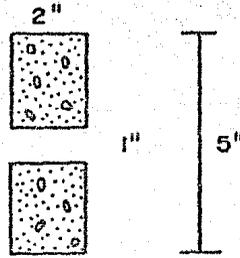


FIG. No. 12

TROMPA DE COLADO



PLANTA



CORTE

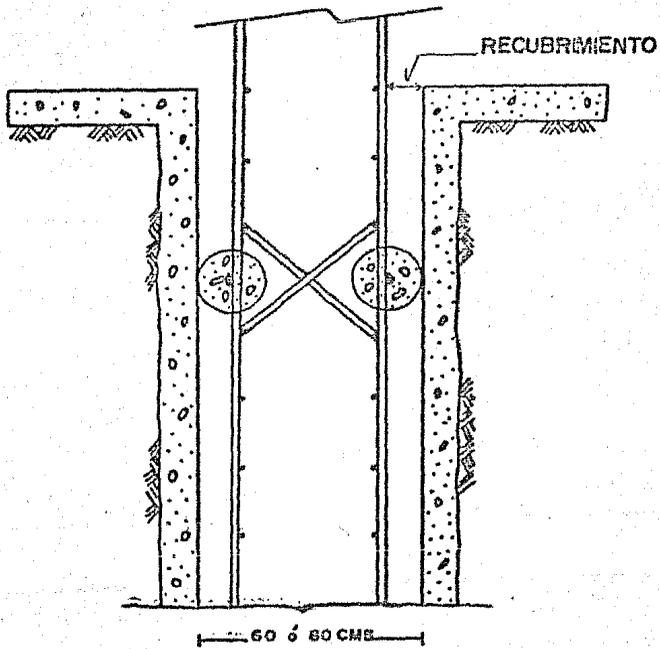


FIG. No. 13

ROLES DE CONCRETO Y SU COLOCACIÓN EN LAS PARRILLAS

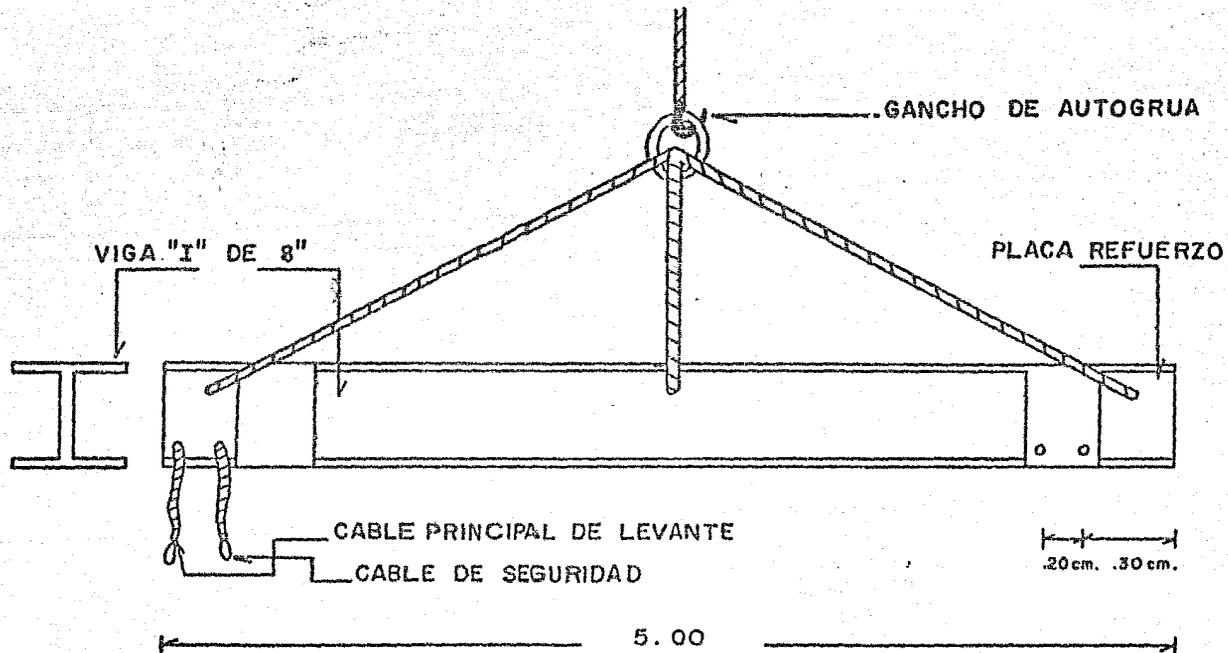


FIG. No. 14

BALANCIN DE SOPORTE DE PARRILLAS

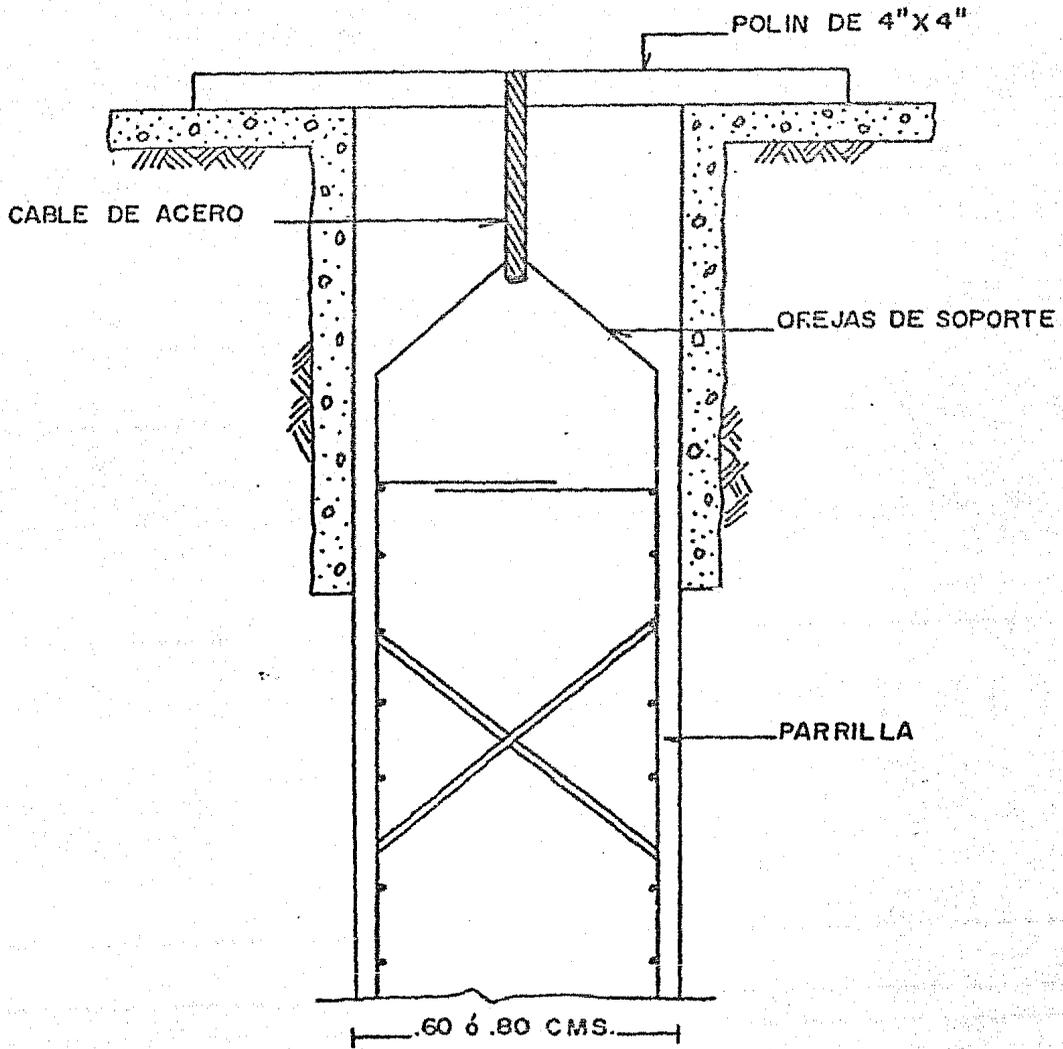


FIG. No. 15

POSICION FINAL DE LA PARRILLA

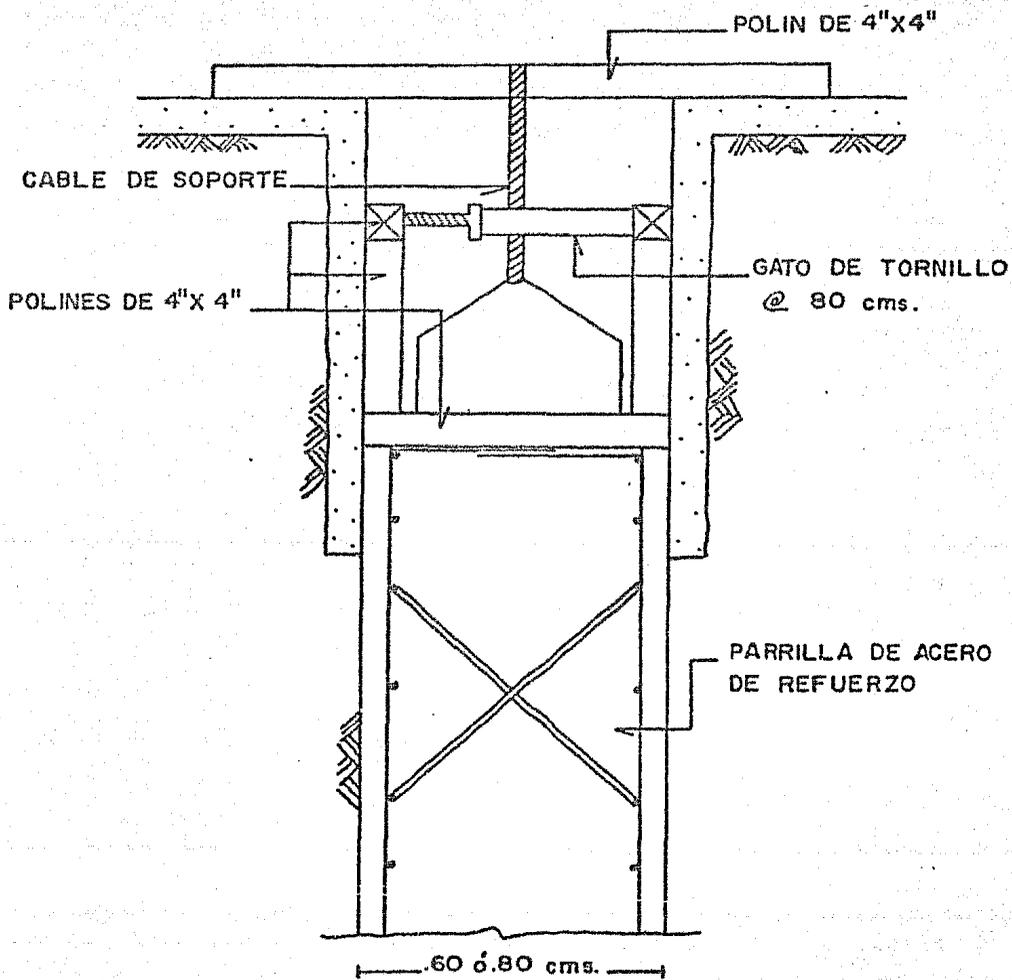


FIG. No. 16

FIJACION POR TROQUELAMIENTO DE LA PARRILLA

## D).- COLADO DEL MURO MILAN.

ANTES DE HABLAR SOBRE EL VACIADO DE CONCRETO EN LOS MUROS MILÁN, MENCIONARÉ LAS PARTES QUE INTERVIENEN DURANTE ESTA FASE:

### 1.- JUNTAS DE COLADO.

SON ESTRUCTURAS FORMADAS DE LÁMINA Y PERFILES DE CANAL, CON UNA SECCIÓN TRANSVERSAL COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 17. ESTA SECCIÓN ESTÁ DISEÑADA DE TAL MANERA QUE AL EXTRAER LA JUNTA SE FORME UNA LLAVE CORTANTE ENTRE LOS PANELES, Y TAMBIÉN PARA COLOCARLE UNA BANDA IMPERMEABLE DE P.V.C. (CLORURO DE POLIVINILO) EN LAS UNIONES DE LOS MUROS. EXISTEN JUNTAS METÁLICAS PARA MUROS DE 80 CMS Y 60 CMS. Y LAS HAY CON RANURAS PARA LA COLOCACIÓN DE LA BANDA DE P.V.C.

ÉSTAS JUNTAS METÁLICAS SE COLOCAN EN LOS EXTREMOS DEL MURO POR COLAR. UNA PARTE DE LAS BANDAS QUE LLEVAN LAS JUNTAS METÁLICAS QUEDAN AHOGADAS EN EL MOMENTO DEL COLADO Y LA OTRA PARTE DE LA BANDA QUEDA LIBRE EN EL INTERIOR DE LA JUNTA, PARA POSTERIORMENTE QUEDAR AHOGADA EN EL COLADO DEL MURO CONTIGUO. A LA CARA DE LA JUNTA QUE QUEDARÁ EN CONTACTO CON EL CONCRETO DEBERÁ APLICARSELE UNA PELÍCULA DE GRASA O DE UN DESCOFRANTE CONSTITUÍDO POR UNA RESINA EPÓXICA O DE POLIESTER-DE UN MILÍMETRO DE ESPESOR PARA FACILITAR SU EXTRACCIÓN POSTERIOR.

EN EL INTERIOR DEL TUBO-JUNTA NO DEBERÁ INTRODUCIRSE-

EL CONCRETO, POR LO QUE DEBERÁ TENER SUS EXTREMOS COMPLETAMENTE CERRADOS Y EN SU PARTE INFERIOR TENDRÁ UNA CAJA METÁLICA - QUE SE HINCARÁ Y ASENTARÁ FIRMEMENTE EN EL FONDO DE LA ZANJA - PARA EVITAR QUE SE MUEVA O DEFORME DURANTE EL COLADO. DICHA JUNTA DEBERÁ LASTRARSE PARA EVITAR SU FLOTACIÓN.

## 2.- BANDAS DE IMPERMEABILIDAD.

ES UNA PIEZA DE CLORURO DE POLIVINILO QUE QUEDA EMBEBIDA ENTRE DOS TABLEROS CONTIGUOS, Y QUE SIRVE PARA IMPEDIR - EL PASO DEL AGUA POR LA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN QUE QUEDA ENTRE LOS DOS TABLEROS. LA SECCIÓN DE LA BANDA SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 18 Y GRACIAS AL SISTEMA DE COSTILLAS QUE TIENE SE LOGRA UNA MAYOR RIGIDEZ, GRAN ADHERENCIA CON EL CONCRETO Y UNA MEJOR IMPERMEABILIDAD.

## 3.- TROMPA DE COLADO.

LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO EN LAS EXCAVACIONES EN ZANJA PARA LOS MUROS MILÁN SE HACE MEDIANTE TROMPAS DE COLADO, - QUE CONSTAN DE UNA TOLVA RECEPTORA LIGADA A UN SISTEMA DE TUBOS (CADA TUBO DEBE TENER UNA LONGITUD DE 2.00 MTS. COMO MÁXIMO) ACOPLADOS EN SERIE SEGÚN LA PROFUNDIDAD DE LA ZANJA A COLAR. EL DIÁMETRO DE ESTOS TUBOS SERÁ DE 10" Y CADA UNO DE -- LOS TUBOS DEBERÁ TENER UN EXTREMO ROSCADO Y EL OTRO EXTREMO - UNA CAMPANA ROSCADA DESLIZABLE, VER FIGURA No. 12.

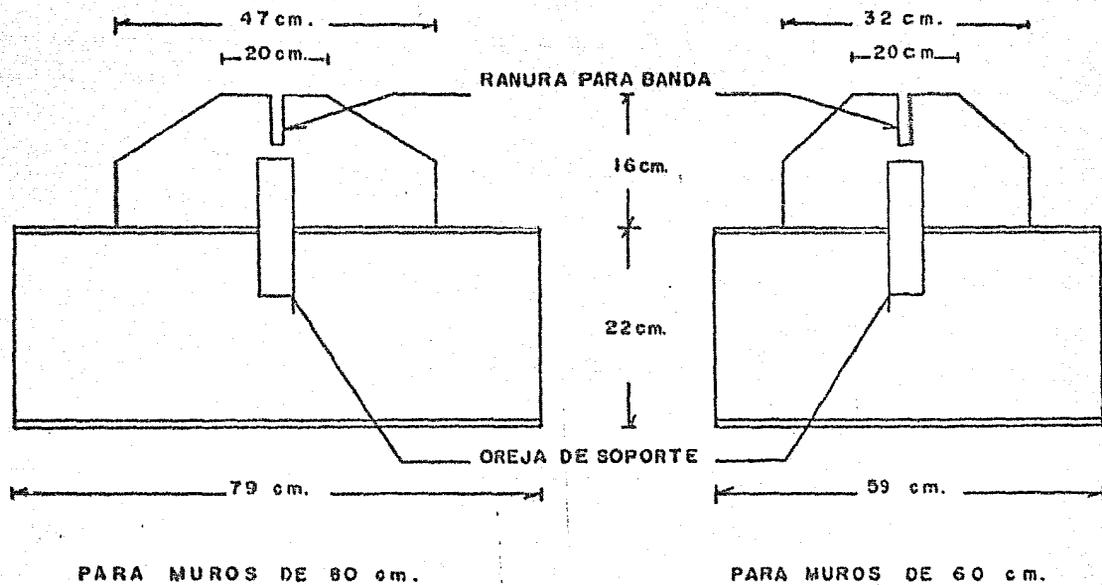


FIG. No. 17

JUNTAS DE COLADO

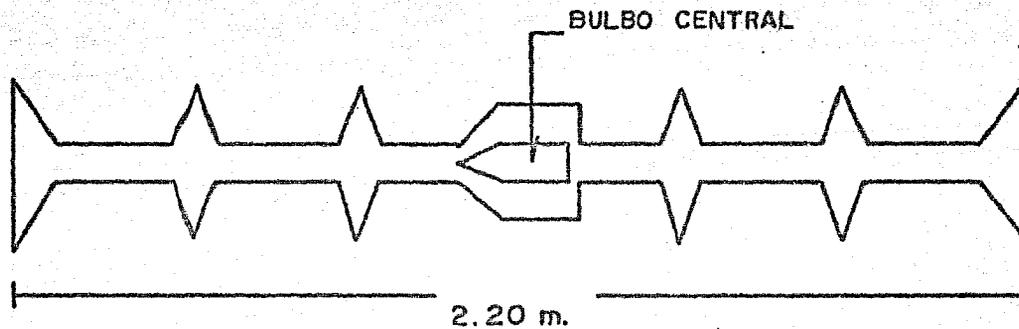
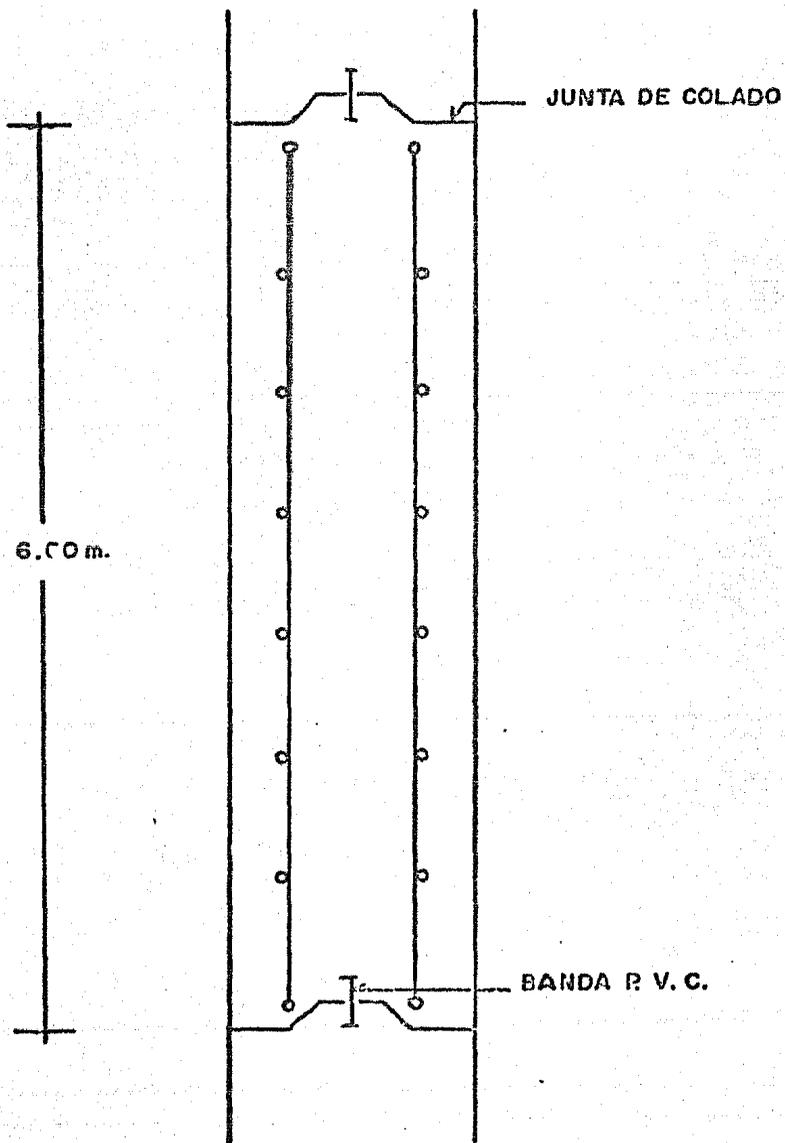


FIG. No. 18

BANDA IMPERMEABILIZANTE P.V.C.



PLANTA

DETALLE DE COLOCACION DE JUNTAS DE COLADO

#### 4.- BOMBA DE LODOS.

LA RECUPERACIÓN DEL LODO BENTONÍTICO DURANTE EL COLADO SE HACE POR MEDIO DE LA BOMBA DE LODOS, QUE A TRAVÉS, DE TUBOS PUEDE MANDARSE EL LODO A LAS CRIBAS, PARA SEPARAR LOS ELEMENTOS GRUESOS AJENOS A ÉL, DE DONDE PASAN A LOS HIDROCLONES Y UNA VEZ SEPARADA LA ARENA EXCEDENTE REGRESA A LA PLANTA PARA SU ALMACENAMIENTO, (EN EL CAPÍTULO I SE DESCRIBE AMPLIAMENTE).

#### PROCEDIMIENTO DE COLADO DEL MURO MILAN.

UNA VEZ QUE HEMOS HECHO MENCIÓN A LAS PARTES QUE INTERVIENEN DURANTE EL COLADO, MENCIONARÉ EN FORMA BREVE LA SECUENCIA QUE SE DEBE SEGUIR PARA REALIZAR LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO EN LAS CEPAS EXCAVADAS.

A).- UNA VEZ QUE SE HAN COLOCADO LAS JUNTAS METÁLICAS Y QUE SE HAN CHECADO QUE ESTÁN PERFECTAMENTE ALINEADAS Y EN FORMA VERTICAL; SE PROCEDE A INTRODUCIR LA PARRILLA DE ACERO DE REFUERZO, HACIÉNDOLA DESCENDER POR SU PROPIO PESO, CHECANDO TAMBIÉN SU ALINEAMIENTO, VERTICALIDAD Y SU RECUBRIMIENTO, ASÍ COMO TAMBIÉN SU RECUBRIMIENTO EN EL FONDO DE LA ZANJA. TANTO LAS JUNTAS METÁLICAS COMO LA PARRILLA DE ACERO SE COLOCAN POR MEDIO DE UNA AUTOGRÚA.

B).- CUANDO LA PARRILLA HA QUEDADO COLOCADA EN SU POSICIÓN CORRECTA SE INSTALARÁN DOS GATOS HIDRÁULICOS EN LA SU-

PERFICIE APOYÁNDOLOS CONTRA EL BROCAL, PARA QUE LA PARRILLA - NO TIENDA A FLOTAR O A MOVERSE DURANTE EL COLADO, ESTOS GATOS SE RETIRARÁN AL FINALIZAR EL COLADO.

c).- DESPUÉS DE COLOCADA, CENTRADA Y NIVELADA LA PARRILLA SE INTRODUCIRÁN, LAS TROMPAS DE COLADO, POR TRAMOS. - LOS COPLES DE UNIÓN DE CADA TRAMO DE LAS TROMPAS DEBEN SER - PERFECTAMENTE HERMÉTICAS PARA IMPEDIR QUE LA SUCCIÓN DE LA COLUMNA DE CONCRETO, AL BAJAR, CHUPE AIRE O LODO DEL EXTERIOR.- CADA TRAMO SERÁ DE NO MÁS DE 2M DE LARGO Y TENDRÁ UN DIÁMETRO NO MENOR DE 30 CM. AL TRAMO QUE SOBRESALE EN LA SUPERFICIE - SE LE CONECTA UN EMBUDO O UNA TOLVA. LA BOCA DE ESTA TOLVA - DEBE QUEDAR A UNA ALTURA CONVENIENTE PARA QUE SE PUEDA DESCARGAR DIRECTAMENTE EL CONCRETO DESDE LAS OLLAS REVOLVEDORAS. TO - DO EL CONJUNTO SE SUBIRÁ O BAJARÁ DURANTE EL COLADO POR LO -- TANTO DEBERÁ CONTARSE CON EL EQUIPO NECESARIO PARA EFECTUAR - ESTOS MOVIMIENTOS. LOS TRAMOS DE TUBO DEBERÁN SER LO SUFI- - CIENTEMENTE FUERTES Y PESADOS PARA SOPORTAR EL MANEJO.

EL EXTREMO INFERIOR DE LA TROMPA, O BOCA DE DESCARGA, DEBE QUEDAR APOYADO EN EL FONDO DE LA ZANJA ANTES DE INICIAR EL COLADO. UNA VEZ INTRODUCIDAS LAS TROMPAS DE COLADO SE COLOCARÁ ENTRE LA TOLVA Y EL TUBO UN TAPÓN CONSTITUIDO POR UN - BALÓN DE LATEX, EL CUAL DESCENDERÁ OBLIGADO POR EL PESO DEL - CONCRETO VACIADO EVITANDO EN ESTA FORMA LA SEGREGACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL CONCRETO. EN ESTA FORMA SE EVITA LA DESCARGA - DE CONCRETO CON MUCHA ENERGÍA, QUE PUEDA DAR LUGAR A LA MEZ--

CLA DEL CONCRETO CON EL LODO. PARA INICIAR EL FLUJO DE CONCRETO LA TROMPA DEBERÁ LEVANTARSE UNA DISTANCIA DE 30 CM DEL FONDO DE LA ZANJA.

D).- EL CONCRETO DEBE SER SUFICIENTEMENTE FLUÍDO (VER REVENIMIENTO MÁXIMO EN LAS ESPECIFICACIONES DE CONCRETO) PARA QUE SIN NECESIDAD DE VIBRARLO PENETRE Y SE DISTRIBUYA UNIFORMEMENTE POR TODO EL TABLERO. LA BOCA DE DESCARGA DE LA TROMPA DE COLADO NO DEBE QUEDAR NUNCA AHOGADA MENOS DE 1.50 M EN EL CONCRETO QUE SE ESTÉ COLANDO. PARA AYUDAR AL CONCRETO A FLUÍR AL PRINCIPIO, PUEDE DESPLAZARSE LA TROMPA VERTICALMENTE HACIA ARRIBA Y HACIA ABAJO VIGILANDO QUE PERMANEZCA SIEMPRE SUFICIENTEMENTE AHOGADA EN EL CONCRETO PARA QUE NO EXISTA CONTAMINACIÓN DEL LODO CON EL CONCRETO. A MEDIDA QUE EL CONCRETO FLUYE SE AGREGARÁ MÁS CONCRETO A LA TOLVA, MANTENIENDO LA COLUMNA A UNA ALTURA CONVENIENTE PARA REGULAR LA RAPIDEZ DEL FLUJO, EN ESTA FORMA, EL LODO DE LA ZANJA SERÁ DESPLAZADO HACIA LA SUPERFICIE POR LA DIFERENCIA DE DENSIDADES PRÁCTICAMENTE SIN NECESIDAD DE MOVER LA TUBERÍA. EL IMPULSO QUE LLEVA LA PRIMERA MEZCLA AL SALIR POR LA BOCA DE DESCARGA PRODUCIRÁ UN EFECTO DE ARRANQUE EN EL FONDO DEL TABLERO Y LO DEJA LIMPIO DE LODO. CON UN BUEN PROCEDIMIENTO DE COLADO EL LODO NO SE MEZCLARÁ CON EL CONCRETO, SINO QUE ÉSTE LO LLEVARÁ SIEMPRE POR DELANTE HASTA REBOZAR, BIEN SEA A UN RECIPIENTE COLECTOR O BIEN AL TABLERO VECINO. TAMBIÉN PODRÁ IRSE SUCCIONANDO CON UNA BOMBA DE LODOS.

EL CONCRETO NO DEBERÁ SER VACIADO DE GOLPE DENTRO DE LA TOLVA PARA LOGRAR UN FLUJO SUAVE Y CONTÍNUO, POR LO QUE NO DEBERÁN TENERSE RECESOS O SUSPENSIONES MAYORES DE 15 MINUTOS.

ES NECESARIO LLEVAR UN RIGUROSO CONTROL DE COLADO Y - ESTO SE HACE MIDIENDO EN FORMA PERMANENTE LA VARIACIÓN DEL NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL CONCRETO Y ANOTÁNDOLO EN UN REGISTRO CON EL OBJETO DE PODER DECIDIR EL RETIRO OPORTUNO DE LOS TRAMOS DE LA TROMPA DE COLADO Y PROGRAMAR ADECUADAMENTE EL SUMINISTRO DEL CONCRETO, ESTO SE DEBE HACER PARA EVITAR RECESOS.

EL CONCRETO DEBE LLEGAR A UN NIVEL DE 30 CMS. ARRIBA DEL NIVEL SUPERIOR INDICADO EN EL PROYECTO, ESTOS 30 CMS. EN EXCESO SE CONSIDERAN CONTAMINADOS Y QUE NO CONTRIBUYEN AL TRABAJO ESTRUCTURAL DEL MURO.

SE RECOMIENDA AGREGAR AL CONCRETO UN ADITIVO RETARDANTE CUYA DOSIFICACIÓN QUEDARÁ A CRITERIO DE LA SUPERVISIÓN GENERAL DE LA OBRA.

EL COLADO SE INICIA LLEVANDO EL EXTREMO INTERIOR DE LA TUBERÍA HASTA APROXIMADAMENTE 50 CMS. ARRIBA DEL FONDO DE LA ZANJA COLOCANDO EN EL INTERIOR DE LA TUBERÍA UN DISPOSITIVO NEUMÁTICO, CON OBJETO DE IMPEDIR QUE SE CONTAMINE EL CONCRETO CON EL LODO BENTONÍTICO, VER FIGURA No. 19.

OTRA OBSERVACIÓN ES QUE ENTRE EL FIN DE LA ETAPA DE EXCAVACIÓN Y EL PRINCIPIO DE LA ETAPA DEL VACIADO DE CONCRETO

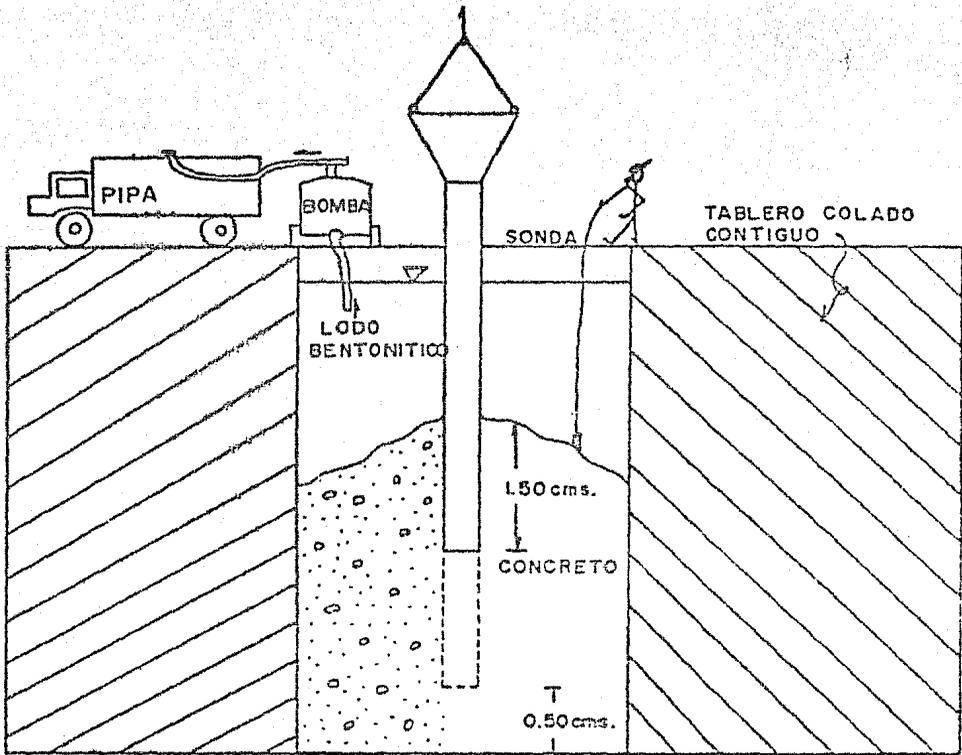


FIG. No. 19

PROCEDIMIENTO DE VACIADO DEL CONCRETO

NO PASE UN TIEMPO MAYOR DE 6 HORAS, ESTO SE HACE CON EL FIN - DE EVITAR LA FORMACIÓN DE UNA PELÍCULA GRUESA DE LODO CONTRA- LAS JUNTAS METÁLICAS, CONTRA LA BANDA DE IMPERMEABILIZACIÓN, - EL CONCRETO Y EL FIERRO DE REFUERZO.

UN BUEN PROCEDIMIENTO DE COLADO PRESENTA:

1.- TENER UN LODO BAJO CONTROL, QUE CUMPLA CON TODAS- LAS CARACTERÍSTICAS ESPECIFICADAS (EN EL CAPÍTULO I).

2.- TENER UN CONCRETO FLUÍDO CON UN REVENIMIENTO DE - 16 CMS A 18 CMS  $\pm$  2 CMS. (SEGÚN ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO, VER CAPÍTULO I).

3.- DEJAR LA TROMPA DE COLADO AHOGADA SIEMPRE EN EL - CONCRETO NO MENOS DE 1.50 MTS. DE PROFUNDIDAD DURANTE EL COLA- DO Y ASEGURARSE DE QUE LOS COPLES DE UNIÓN DE LOS TRAMOS DE - LA TROMPA DE COLADO SEAN HERMÉTICOS, ES DECIR, QUE IMPIDAN LA ENTRADA DEL LODO HACIA EL INTERIOR DEL TUBO.

4.- HACER UN COLADO CONTÍNUO QUE POR NINGÚN MOTIVO SE RÁ INTERRUMPIDO MÁS DE 15 MINUTOS.

5.- EVITAR TODO MOVIMIENTO BRUSCO DE LA TROMPA, ASÍ - COMO TAMBIÉN EL VIBRADO Y PICADO, YA QUE ELLO FAVORECE LA MEZ- CLA DEL LODO CON EL CONCRETO, DANDO POR RESULTADO OQUEDADES - Y ZONAS CONTAMINADAS DE MUY BAJA RESISTENCIA EN EL MURO COLA- DO.

6.- VERIFICAR DURANTE EL COLADO EL VOLUMEN DE CONCRETO QUE ENTRA EN EL TABLERO Y EL VOLUMEN DE LODO QUE SE DESPLAZA Y COMPARARLOS CON LOS VOLÚMENES CALCULADOS, ESTO SE HACE - DE ACUERDO CON LA GEOMETRÍA DEL TABLERO, SI HAY DIFERENCIAS - NOTORIAS ESTO PUEDE SIGNIFICAR QUE ESTÁ HABIENDO FUGAS O BIEN QUE HAY MEZCLA DEL LODO CON EL CONCRETO. ÉSTAS Y OTRAS EVENTUALIDADES DEBERÁN ANOTARSE EN BITÁCORA, ASÍ COMO LAS MEDIDAS DE EMERGENCIA QUE SE TOMEN PARA CORREGIR CADA CASO.

DIFERENTES TIPOS DE VACIADO QUE PUEDEN PRESENTARSE DURANTE EL COLADO DE LOS MUROS MILAN.

DENTRO DE ÉSTOS, EXISTEN EFECTOS DE MUCHA IMPORTANCIA CUANDO LAS CONDICIONES NORMALES DE VACIADO SE ALTERAN Y NO SE RESPETA EL BALANCEO DEL SISTEMA "MALACATEO-VACIADO", POR CIRCUNSTANCIAS QUE FRECUENTEMENTE SE PRESENTAN.

VACIADO DE CONCRETO NORMAL.

EL CICLO NORMAL TIENE UN RANGO DE 3 MINUTOS/M<sup>3</sup>. Y SE CONSIDERA QUE EN ESTE TIEMPO EL MOVIMIENTO DE LA TROMPA DE COLADO PERMITE QUE EL CONCRETO SE ACOMODE UNIFORMEMENTE, ADEMÁS DE EXISTIR UN EQUILIBRIO ENTRE LA TENDENCIA DE LA ARMADURA A LEVANTARSE Y EL SISTEMA DE TROQUELAMIENTO DE LA MISMA.

**b).- VACIADO DE CONCRETO RAPIDO.**

1.- PROVOCA UN DESBALANCE EN EL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE BENTONITA, YA QUE LAS BOMBAS USADAS SON DE CARGA Y NO DE ALTA VELOCIDAD.

2.- AUMENTA LA PROBABILIDAD DE QUE SE LEVANTE EL ARMA DO DE REFUERZO, FALLE EL TROQUELAMIENTO Y FLOTE POR COMPLETO EL ARMADO.

3.- EL ACOMODO DEL CONCRETO ES DEFICIENTE, YA QUE EL MOVIMIENTO DE LAS TROMPAS DE COLADO ES MUY REDUCIDO EN RELACIÓN AL VOLUMEN DE CONCRETO QUE SE DEPOSITA.

4.- LOS MANTOS ARCILLOSOS, CUANDO SON BLANDOS, SE COMPRIMEN, PRODUCIENDO UN EFECTO DE ABULTAMIENTO EN LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN. EN LA PRÁCTICA SE HA VENIDO OBSERVANDO QUE CUANDO SE HACE UN COLADO RÁPIDO DE VOLUMEN, EL CONCRETO DEPOSITADO EXCEDE EN UN 15% A 25% AL VOLUMEN TEÓRICO DEL MURO Y ESTO SE DEBE A QUE EL CONCRETO NO SE ACOMODA BIEN EN EL FONDO.

**c).- VACIADO DE CONCRETO DISCONTINUO.**

ESTE TIPO DE VACIADO SE PRESENTA CUANTO NO SE EFECTÚA CON REGULARIDAD EL ABASTECIMIENTO DE CONCRETO EN EL MURO, YA SEA POR DIFERENTES CAUSAS; COMO CONSECUENCIAS EXISTEN INTERVALOS DE TIEMPO CONSIDERABLES ENTRE LAS DIFERENTES ETAPAS DE COLADO, RESULTANDO COMO CONSECUENCIA UN TAPONAMIENTO DE LAS --

TROMPAS DE COLADO, DEBIDO AL FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO.- EN ESTE CASO, EXISTE EL PELIGRO DE LA FORMACIÓN DE JUNTAS - - FRÍAS. EN CASO DE PRESENTARSE UN TAPONAMIENTO DE LAS TROMPAS DE COLADO, SE PROCEDERÁ A DESALOJAR EL CONCRETO DE LA TUBERÍA, DEJANDO CAER LIBREMENTE LA TOLVA SOBRE SU MARCO DE SOPORTE, - REPETIDAS VECES, DE NO LOGRAR DESTAPARLA, SE TENDRÁ QUE SACAR LA TUBERÍA Y SUSTITUÍRLA POR OTRA LIMPIA DE REPUESTO, CON ESTA MANIOBRA HAY CONTAMINACIÓN DEL LODO BENTONÍTICO CON EL CONCRETO Y SE PUEDEN ESPERAR FILTRACIONES POSTERIORES EN EL MURO YA COLADO.

### CAPITULO III

#### APLICACIONES DEL MURO MILAN

A).- APLICACIONES Y VENTAJAS DEL MURO MILAN.

A-1).- COMO SOPORTE DE TALUDES.

SE EMPLEA AL REALIZAR EN TERRENOS SUELTOS UNA EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIONES, POR DEBAJO DEL NIVEL FREÁTICO, Y QUE EN LAS CERCANÍAS SE LEVANTAN EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES DE ESTABILIDAD DUDOSA O BIEN VÍAS DE COMUNICACIÓN...

LA EXCAVACION PUEDE SER:

- 1).- PARA CIMIENTOS DE EDIFICIOS.
- 2).- PARA CIMENTACIONES EN PLANTAS Y OBRAS HIDRÁULICAS EN GENERAL.
- 3).- EXCAVACIÓN DE CANALES BAJO EL NIVEL FREÁTICO.
- 4).- POZOS PROFUNDOS PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINAS.
- 5).- PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS.
- 6).- PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS CAJONES PARA ALOJAR EL TREN SUBTERRÁNEO.

A-2).- COMO PANTALLA IMPERMEABILIZANTE.

ESTA FUNCIÓN DE SELLADO, LA DESARROLLA CORRECTAMENTE-

LA PANTALLA DE CONCRETO, DEBIDO A LA CONTINUIDAD QUE SE TIENE, QUE LA HACE UN MURO MONOLÍTICO CONSECUENCIA DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

### A-3).- VENTAJAS QUE PROPORCIONA SU EMPLEO.

LA COLOCACIÓN PREVIA DE UNA PANTALLA COMO EL MURO MILÁN EN EL PERÍMETRO DE UNA EXCAVACIÓN, CON EL FIN DE CONTRARRESTAR EL EMPUJE DE TIERRAS, COMO TAMBIÉN SOPORTAR LAS CARGAS VERTICALES, PRESENTA UN SENSIBLE PROGRESO EN COMPARACIÓN CON LOS MÉTODOS TRADICIONALES DE EXCAVACIÓN EN LAS QUE TRADICIONALMENTE SE UTILIZAN ARMAZONES DE MADERA. ESTE SISTEMA ES TAMBIÉN SUPERIOR A LOS TABLAESTACADOS METÁLICOS, LOS CUALES RESULTAN SUMAMENTE CAROS Y CUYO HINCADO PRODUCE PELIGROSAS VIBRACIONES Y NO SIEMPRE SALEN BIEN, PUES CUANDO EN EL TERRENO SE ENCUENTRAN FRAGMENTOS DE ROCA, SUELE HASTA IMPOSIBILITARSE EL HINCADO.

EL MURO MILÁN POR SU PERFECTA ADHERENCIA CON EL TERRENO Y POR LA AUSENCIA DE ACCIONES DINÁMICAS EN LA FASE DE EJECUCIÓN, EVITA PELIGROSOS ASENTAMIENTOS DE LAS ESTRUCTURAS COLINDANTES; TAMBIÉN PERMITE POR SU PERFECTA IMPERMEABILIDAD INTERCEPTAR CUALQUIER LLEGADA DE MATERIAL LÍQUIDO O SÓLIDO EN DIRECCIÓN DE LA EXCAVACIÓN, PERMITIENDO ASÍ UNA EJECUCIÓN HOLGADA Y SEGURA AÚN EN COTAS NOTABLEMENTE INFERIORES A LA CAPACIDAD FREÁTICA.

OTRA DE LAS VENTAJAS ESTÁ REPRESENTADA TAMBIÉN POR LA POSIBILIDAD DE EMPUJAR LA BASE DEL MURO MILÁN HASTA GRANDES PROFUNDIDADES Y DE ADOPTARLO AL PERFIL EXACTO DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO IMPERMEABLE EN EL CUAL DEBE SER FUNDADO.

EL MURO MILÁN PUEDE SER TAMBIÉN INCORPORADO A QUE FORME PARTE DEFINITIVA DE LA ESTRUCTURA DE LA OBRA, PUDIÉNDOSE USAR COMO ELEMENTO DE CIMENTACIÓN EN COLABORACIÓN ESTÁTICA CON DICHAS ESTRUCTURAS.

EN COMPARACIÓN CON LOS TABLAESTACADOS DE ACERO, CONCRETO O DE MADERA, LOS CUALES REQUIEREN DURANTE LA EXCAVACIÓN COSTOSAS ARMAZONES DE APUNTALAMIENTO; LOS MUROS MILÁN ARMADOS Y EMPOTRADOS EN EL TERRENO, PUEDEN SOPORTAR EN VIRTUD DE SU ELEVADO MOMENTO DE INERCIA, LOS CORTES DE LA EXCAVACIÓN POR UNA ALTURA LIBRE CONSIDERABLE SIN NECESITAR APUNTALAMIENTOS; LO QUE SIGNIFICA UN AHORRO, TANTO ECONÓMICO COMO DE TIEMPO EN SU EJECUCIÓN.

LOS MÉTODOS DE EJECUCIÓN DE LA PANTALLA A BASE DE MURO MILÁN, LE PERMITEN ADAPTARSE A CUALQUIER PERFIL PLANIMÉTRICO RECTO, CURVO O MIXTO Y CON ESPESORES VARIABLES EN FUNCIÓN DE LAS FINALIDADES ESTÁTICAS E HIDRÁULICAS REQUERIDAS EN CADA CASO.

B).- RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCION GENERAL, SUPERVISION Y CONTRATISTA DE LA OBRA.

LA SUPERVISIÓN DE LA OBRA, GOZARÁ DE PLENA AUTORIDAD PARA EXIGIR AL CONTRATISTA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES (VISTAS EN EL CAPÍTULO I); DE JUZGARLO CONVENIENTE, PODRÁ ORDENAR LA REALIZACIÓN DE ENSAYES ADICIONALES, RECHAZO O ACEPTACIÓN, LIMPIEZA, RECONSTRUCCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA COLOCACIÓN DE CUALQUIER ELEMENTO QUE FORME PARTE DEL MURO MILÁN, QUE NO CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES, PODRÁ ASIMISMO, DELEGAR SUS FUNCIONES EN LA PERSONA U ORGANIZACIÓN QUE SE DESIGNE PARA ELLO.

SUPERVISION TECNICA.

ESTE ORGANISMO ES DESIGNADO POR LA DIRECCIÓN DE LA OBRA, PARA FINES DE INTERPRETAR Y HACER CUMPLIR LAS ESPECIFICACIONES, CORRESPONDE A LA SUPERVISIÓN VIGILAR QUE SE CUMPLAN Y ORDENAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS, QUE JUZGUE NECESARIO PARA REALIZAR SU FUNCIÓN. PARA ESTE FIN, TENDRÁ LAS SIGUIENTES FACULTADES:

1.- EN EL ACERO DE REFUERZO.

A).- VERIFICAR EL ALMACENAMIENTO Y CUIDADO DEL ACERO Y EXIGIR QUE SE PROPORCIONE LOS MEDIOS CONVENIENTES DE PROTECCIÓN AL ACERO DE REFUERZO.

B).- DEBERÁ COMPROBAR QUE EL ACERO DE REFUERZO Y PREESFUERZO CUMPLA CON LOS REQUISITOS DE CALIDAD ESPECIFICADOS PARA CADA TIPO DE ACERO, ASÍ COMO EL PROCESO DE FABRICACIÓN, QUE ÉSTE SEA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS.

C).- EXIGIR A LOS FABRICANTES PERIÓDICAMENTE LOS REPORTES DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD, QUE ELLOS EFECTÚAN DURANTE LA FABRICACIÓN DEL ACERO DESTINADO A LA OBRA.

D).- ACEPTAR, RECHAZAR O DECIDIR LA FORMA EN QUE SE DEBE DISPONER DEL ACERO QUE NO CUMPLA CON LAS NORMAS DE CALIDAD DEL FABRICANTE.

E).- VERIFICAR LOS TRABAJOS DE COLOCACIÓN DEL ACERO, CADA VEZ QUE LO JUZGUE NECESARIO O BIEN CUANDO LO ORDENA LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA OBRA.

F).- INSPECCIONAR TODAS LAS COLOCACIONES DEL ACERO DE REFUERZO QUE SE ESTÉN EJECUTANDO EN EL TRAMO Y AQUELLAS QUE ESTÉN TERMINADAS Y LISTAS PARA EL VACIADO DE CONCRETO, DANDO SU VISTO BUENO EN EL REGISTRO O BITÁCORA DE OBRA PARA EL SIGUIENTE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN O BIEN EL RECHAZO Y VERIFICACIÓN DE LA COLOCACIÓN ADECUADA.

## 2.- EN EL VACIADO DE CONCRETO.

CON EL OBJETO DE LLEVAR UN ADECUADO CONTROL DE CALI--

DAD DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, ES INDISPENSABLE CONTAR CON UN LABORATORIO DE CAMPO, DURANTE EL PERÍODO DE EJECUCIONES Y EN EL SITIO QUE SE LLEVÉN A CABO; ESTE LABORATORIO DEBERÁ CONTAR CON EL PERSONAL, EQUIPO Y DEMÁS ELEMENTOS NECESARIOS PARA QUE PUEDA CONTROLAR ADECUADAMENTE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO. DICHO LABORATORIO DEBERÁ ESTAR CAPACITADO PARA EFECTUAR TODAS LAS PRUEBAS DE CAMPO DE CONTROL, (REVENIMIENTO, RESISTENCIAS, ETC.).

EL PROPÓSITO DE LA INSPECCIÓN Y ENSAYE DE LOS MATERIALES, ES VERIFICAR QUE SE SATISFAGAN LAS ESPECIFICACIONES SEÑALADAS PARA LA CALIDAD DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO.

#### FACULTADES DE LA SUPERVISION.

1.- INSPECCIONAR TODAS LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES QUE SE ESTÉN EJECUTANDO Y AQUELLAS QUE ESTÉN TERMINADAS, VERIFICAR SU ACABADO FINAL.

2.- PRACTICAR INSPECCIONES PARA CONOCER EL ALMACENAMIENTO Y CUIDADO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y EXIGIR QUE SE PROPORCIONEN LOS MEDIOS CONVENIENTES DE PROTECCIÓN DE LOS MATERIALES.

3.- VERIFICAR LA CALIDAD DE LOS MATERIALES Y DE LOS TRABAJOS, CADA VEZ QUE LO JUZGUE NECESARIO O BIEN CUANDO LO ORDENE LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA OBRA.

4.- ACEPTAR, RECHAZAR O DECIDIR LA FORMA EN QUE SE DEBE DISPONER DEL MATERIAL QUE NO CUMPLA CON LAS NORMAS DE CALIDAD.

5.- ORDENAR LA SUSPENSIÓN DE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN QUE NO CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES (VISTAS EN EL CAPÍTULO I).

#### DIRECCION GENERAL.

EJERCE LA COORDINACIÓN Y CONTROL DE CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, MEDIANTE INSTRUCCIONES CONTENIDAS EN PLANOS, ESPECIFICACIONES, ESCRITOS Y NOTAS DE BITÁCORA GIRADAS A SUPERVISIÓN. ESTA BITÁCORA ES TAMBIÉN EL DOCUMENTO OFICIAL DE COMUNICACIÓN ENTRE LA SUPERVISIÓN Y LA CONTRATISTA.

LA DIRECCIÓN GENERAL ES LA ÚNICA FACULTADA PARA LLEVAR A CABO CUALQUIER MODIFICACIÓN A LOS PLANOS, ESPECIFICACIONES Y PROGRAMAS DE OBRA.

#### SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA.

SE DEBE TOMAR ESPECIAL ÉNFASIS EN QUE LA SUPERVISIÓN SEA PREVENTIVA, NO DESTRUCTIVA, QUE DEBE SEÑALAR LOS PROBLEMAS Y CORRECCIONES A MEDIDA QUE EL TRABAJO AVANZA, CUANDO TODAVÍA HAY MANERA DE CORREGIRLO.

ASIMISMO, DADO QUE ES PRÁCTICAMENTE IMPOSIBLE QUE EL PROYECTO QUEDE PLASMADO, HASTA SU MENOR DETALLE, EN LOS PLA--

NOS, LA SUPERVISIÓN DEBE TENER ESPECIAL INTERÉS EN COLABORAR CON EL CONTRATISTA PARA INTERPRETARLOS, AYUDÁNDOLO A CAPTAR LOS DETALLES Y CORTES CON ANTICIPACIÓN. CABE MENCIONAR QUE SE DEBE TENER UN REPRESENTANTE DEL PROYECTISTA EN LA OBRA, -- QUE POR CONDUCTO DE SU OFICINA CENTRAL, ENTREGUE LA INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA AL PROYECTO.

DURANTE LA CONSTRUCCIÓN SE DEBE VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS FÍSICOS DEL PROYECTO: TRAZO, NIVELACIÓN, DIMENSIONES, CANTIDADES DE MATERIALES, PREPARACIONES, -- RESISTENCIAS, TOLERANCIAS, ETC.

DE ACUERDO CON LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA OBRA Y LA SUPERVISIÓN, SE TIENEN QUE DEFINIR LOS CONTROLES DE CALIDAD PARA LOS MATERIALES, MANO DE OBRA Y LOS PROCEDIMIENTOS Y MAQUINARIA QUE UTILIZARÁ LA CONTRATISTA.

LA SUPERVISIÓN DEBERÁ CONTAR CON UN LABORATORIO PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES, CONTANDO CON PERSONAL TÉCNICO Y EQUIPO DE ENSAYES EN UN LABORATORIO EXTRA CENTRAL, CON APOYO DE UN LABORATORIO DE CAMPO. LOS REPORTES RESPECTIVOS, SE DEBEN MANDAR DIRECTAMENTE AL CAMPO, A LA CONTRATISTA, CON COPIA AL RESIDENTE DE LA OBRA.

LA SUPERVISIÓN TIENE LA RESPONSABILIDAD DE CHECAR LOS RESULTADOS DE LOS DIVERSOS ENSAYES, COMPARÁNDOLOS CON LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO, O CON LAS NORMAS OFICIALES.

DE TODAS LAS PRUEBAS EFECTUADAS, SE DEBEN ENTREGAR INFORMES SEMANALES Y MENSUALES A LA OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD DE LA DIRECCIÓN GENERAL, INDICANDO LAS ANOMALÍAS QUE OCURRIERON, ASÍ COMO LAS MEDIDAS QUE SE TOMARON PARA CORREGIRLAS.

LA CONTRATISTA.

LA CONTRATISTA ELABORA EL PROGRAMA GENERAL DE LA OBRA, INDICANDO LOS VOLÚMENES DE OBRA POR EJECUTAR DE LOS RUBROS -- MÁZ SIGNIFICATIVOS, DE ACUERDO AL PROYECTO ESPECÍFICO Y SUS -- IMPORTES RESPECTIVOS, CONSIGNANDO EL TIEMPO NECESARIO PARA REALIZARLO EN UN DIAGRAMA DE BARRAS, TODO LO CUAL SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA OBRA.

LA DIRECCIÓN GENERAL PROCEDE, A ANALIZAR DICHO PROGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO, ADQUISICIÓN DE TERRENOS, LIBERACIÓN DE LAS OBRAS INDUCIDAS, ETC.

FINALMENTE, SOPESANDO LOS FACTORES DE TIEMPO Y RECURSOS, LA DIRECCIÓN GENERAL ESTABLECE, DE COMÚN ACUERDO CON EL CONTRATISTA, UN PROGRAMA RECTOR PARA EL FINIQUITO DE LA OBRA.

A PARTIR DE DICHO PROGRAMA, LA CONTRATISTA TIENE LA RESPONSABILIDAD DE PRESENTAR UN PROGRAMA DETALLADO PARA EFECTO DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA; PARA ESTO, ACUDE A ALGUNA DE LAS HERRAMIENTAS CONOCIDAS DE PROGRAMACIÓN, TAL COMO LAS TÉCNICAS DE RED, UTILIZANDO BÁSICAMENTE LA RUTA CRÍTICA, YA QUE TIENE LA VENTAJA DE PODER DEFINIR-

CLARAMENTE LA INTERDEPENDENCIA DE ACTIVIDADES E IDENTIFICAR LAS HOLGURAS DISPONIBLES. ADEMÁS, SE PRESTA PARA SU PROCESAMIENTO ELECTRÓNICO, PERMITIENDO ANALIZAR RÁPIDAMENTE DIFERENTES ALTERNATIVAS; LOS RESULTADOS SE CONSIGNAN EN PROGRAMA DE BARRAS PARA CONTROLAR EL AVANCE DE LA OBRA.

EN LA PROGRAMACIÓN DE LA OBRA CONCURREN DIVERSOS FACTORES, TALES COMO: CAPACIDAD DE MERCADO DE OBTENCIÓN DE DIFERENTES MATERIALES, DISPONIBILIDAD EFECTIVA DE LOS PROVEEDORES, PERSONAL ESPECIALIZADO, MAQUINARIA, ASÍ COMO TRABAJOS QUE SON EJECUTADOS POR OTRAS SUBCONTRATISTAS.

POR LO EXPUESTO ANTERIORMENTE SE CONCLUYE QUE DEBE SER NECESARIO IMPLEMENTAR UN SISTEMA SUMAMENTE ÁGIL; LO CUAL DEBE LOGRARSE MEDIANTE UNA REVISIÓN PERIÓDICA SEMANAL EN CONDICIONES NORMALES, DEL ESTADO DE AVANCE, EN REUNIONES DE CARÁCTER EJECUTIVO CON TODAS LAS PARTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO, EN LA QUE DE ACUERDO A CADA NIVEL DE DIRECCIÓN, SE TOMEN LAS DECISIONES PERTINENTES, MANTENIENDO FIJA LA FECHA DE TERMINACIÓN DE LA OBRA.

#### CUANTIFICACION DE LA OBRA.

SE DEBE TENER ESPECIAL INTERÉS EN LA CUANTIFICACIÓN DE LA OBRA EJECUTADA, YA QUE ESTA INFORMACIÓN, CONCILIADA CON LA CONTRATISTA Y LA SUPERVISIÓN, DEBE SER PRESENTADA EN FORMA OPORTUNA, ES LA BASE PARA LA OBTENCIÓN DE LAS ESTIMACIONES --

MENSUALES Y EL FINIQUITO FINAL.

SE DEBE RESPONSABILIZAR A LA UNIDAD DE SUPERVISIÓN DE LLEVAR A CABO ESTAS ACTIVIDADES, PARA LO CUAL SE HA ESTABLECIDO EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO:

1.- EN EL CAMPO SE DEBEN ORGANIZAR LA UNIDAD DE SUPERVISIÓN Y LA CONTRATISTA EN TAL FORMA QUE, POR SEPARADO, SE DEBE CUANTIFICAR DIARIAMENTE O SEMANALMENTE LA OBRA EJECUTADA, PRODUCIENDO UN RESUMEN MENSUAL QUE DEBE CONCILIARSE SISTEMÁTICAMENTE.

2.- UNA VEZ POR SEMANA SE DEBEN CELEBRAR JUNTAS A NIVEL DE OBRA PARA PLANTEAR LOS DESACUERDOS QUE NO PUDIERON SER RESUELTOS EN EL CAMPO, ASÍ COMO TAMBIÉN PARA COMPARAR LAS CUANTIFICACIONES Y AVANCES A LA FECHA DE LA OBRA.

## CONCLUSIONES

EL CONCRETO COLADO EN EL SENO DE UN FLUÍDO ES UNA TÉCNICA INCORPORADA A LA EXPERIENCIA MEXICANA QUE PROMETE APLICACIONES MUY INTERESANTES, EN CONSTRUCCIONES SUBTERRÁNEAS Y SUBACUÁTICAS.

LOS MUROS CONTÍNUOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL METRO, LA PANTALLA CILÍNDRICA PARA LAS LUMBRERAS EN ARCILLA - DE LOS INTERCEPTORES PROFUNDOS, Y EL COLADO DE LOSAS DE FONDO EN LAS PROPIAS LUMBRERAS, SON PROYECTOS QUE CONFIRMAN LA BONDAD DEL MÉTODO. ACTUALMENTE SE ESTÁ APLICANDO ESTE PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA LA CIMENTACIÓN DE EDIFICIOS EN EL SUELO BLANDO DE LA CIUDAD DE MÉXICO, PARA LOGRAR VENTAJAS ESTRUCTURALES Y ECONÓMICAS CON RESPECTO A LOS MÉTODOS TRADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN (TABLESTACADO METÁLICO, ADEMADO PROGRESIVO, TABLAESTACADO DE MADERA, ETC.).

QUEDA AÚN POR INVESTIGAR UN SINNÚMERO DE INCÓGNITAS - PARA OPTIMIZAR EL MÉTODO CONSTRUCTIVO, ASÍ COMO PARA CONOCER LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO, ANTE DIVERSAS CONDICIONES DE COLOCACIÓN.

## VARIANTES DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.

CONVIENE SEÑALAR QUE ESTE PROCEDIMIENTO HA TENIDO DOS VARIANTES, CUYO EMPLEO HA ESTADO DETERMINADO PRINCIPALMENTE - POR EL GRADO DE DOMINIO QUE SE HA IDO ADQUIRIENDO EN LA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS COLADOS EN LODO; ESTAS VARIANTES SON:

- 1.- PROCEDIMIENTO CON MURO ATAGUÍA ESTRUCTURAL.
- 2.- PROCEDIMIENTO CON MURO ATAGUÍA DE ACOMPAÑAMIENTO.

## PROBLEMAS QUE MOTIVARON EL EMPLEO DE UNA U OTRA VARIANTE.

EN UN PRINCIPIO, EL MURO EMPLEADO FUE EL LLAMADO ESTRUCTURAL.

DEBIDO A LA FALTA DE EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE CONSTRUCCIONES EN EL SUBSUELO DE LA CIUDAD DE MÉXICO, LOS PRIMEROS MUROS COLADOS EN LODO RESULTABAN CON DÉFECTOS TALES COMO ZONAS DE REFUERZO DESCUBIERTO Y FISURAS EXCESIVAS.

HAY QUE HACER NOTAR, QUE A PESAR DE ESOS DEFECTOS NO SE TUVO NINGÚN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL GRAVE.

SE DECIDIÓ ENTONCES EMPLEAR EL PROCEDIMIENTO CON MURO DE ACOMPAÑAMIENTO CON EL FIN DE CORREGIR LOS DEFECTOS MENCIONADOS AL COLAR EL MURO INTERIOR.

ACTUALMENTE, COMO RESULTADO DE LOS ESTUDIOS REALIZA--

DOS, CON EL EMPLEO DE LA ALMEJA-GUIADA PARA LAS EXCAVACIONES- Y DE LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA, SE HA VUELTO AL PROCEDIMIENTO- CON MURO ESTRUCTURAL CUYO EMPLEO RESULTA MÁ S PRÁCTICO Y ECONÓ MICO QUE EL DE ACOMPAÑAMIENTO.

EFFECTO DEL LODO BENTONITICO SOBRE LA ADHERENCIA DE LAS VARILLAS.

ANTES DEL COLADO DEL MURO SE INTRODUCE LA PARRILLA DE REFUERZO DENTRO DEL LODO; ESTO HIZO SURGIR LA DUDA DE SI LA - ADHERENCIA ENTRE EL CONCRETO Y EL ACERO SE VERÍA AFECTADA POR ESE MOTIVO; SE REALIZARON PRUEBAS DE EXTRACCIÓN DE VARILLAS - EN ESPECÍMENES EN LOS QUE SE COLÓ EL CONCRETO CON VARILLAS -- PREVIAMENTE EMPAPADAS EN BENTONITA Y EN ESPECÍMENES CON VARI LLAS SIN EMPAPAR.

SE ENCONTRÓ QUE LA ADHERENCIA DISMINUYE APROXIMADAMEN TE EN UN 20% EN VARILLAS QUE HAN ESTADO EN CONTACTO CON BENTO NITA CON RESPECTO A LA ADHERENCIA EN VARILLAS QUE NO LO HAN - ESTADO; TAMBIÉN ESTE HECHO SE HA TOMADO EN CUENTA EN EL DISE ÑO.

RESISTENCIA A LA TENSION DE VARILLAS DOBLADAS Y DESDOBLADAS.

COMO YA SE DIJO EN EL CASO DEL MURO ESTRUCTURAL, LA - CONTINUIDAD DE LA LOSA DE FONDO CON LOS MUROS SE CONSIGUE ME- DIANTE LAS VARILLAS QUE, ANCLADAS Y DOBLADAS EN ÉSTOS, DES- -

PUÉS DE DESDOBLARSE REFUERZAN A LA LOSA DE FONDO.

SE HICIERON ENSAYES DE TENSIÓN CON VARILLAS PREVIAMENTE TRABAJADAS EN FORMA SEMEJANTE A COMO SE REQUIERE EN LA CONSTRUCCIÓN, Y NO SE OBSERVÓ DISMINUCIÓN CONSIDERABLE DE RESISTENCIA NI DE DUCTILIDAD EN LAS PRUEBAS HECHAS EN VARILLAS DE ACERO ESTRUCTURAL. POR TAL MOTIVO ÉSTE ES EL TIPO DE REFUERZO QUE SE HA EMPLEADO PARA LOGRAR LA CONTINUIDAD MENCIONADA.

EFECTO DEL DOBLADO Y DESDOBLADO DEL ACERO DE REFUERZO.

SE EFECTUARON OTRAS PRUEBAS DE TENSIÓN EN VARILLAS QUE PREVIAMENTE DOBLADAS, SE DESDOBLARON Y AHOGARON EN UN BLOQUE DE CONCRETO.

SE ENCONTRÓ QUE EL CONCRETO SE AGRIETA CUANDO LAS VARILLAS ALCANZAN VALORES DEL ORDEN DEL 80% AL 100% DE SU LÍMITE DE FLUENCIA Y QUE APARECE UNA GRIETA NORMAL AL PLANO DEL DOBLEZ; ESTOS RESULTADOS SE HAN TOMADO EN CUENTA PARA EL DISEÑO DE LOS MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO.

EMPLEO DE LODOS FABRICADOS CON ARCILLA PRODUCTO DE EXCAVACION.

UN ESTUDIO MÁS QUE PODEMOS REFERIR ES EL DE LOS LODOS QUE SE UTILIZAN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LAS EXCAVACIONES DONDE SE CUELAN LOS MUROS MILÁN.

DESDE UN PRINCIPIO ESTOS LODOS SE HAN PREPARADO A BASE DE BENTONITA SÓDICA. DEBIDO A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ARCILLA DEL VALLE DE MÉXICO, SE PENSÓ EN LA POSIBILIDAD DE UTILIZAR LAS QUE SON PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES.

SE REALIZARON ESTUDIOS DE LABORATORIO DE LODOS DE ARCILLAS PARA DETERMINAR SUS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS, ASÍ COMO TAMBIÉN SE HAN HECHO ESTUDIOS DE CAMPO Y SE HAN COLADO VARIOS TABLEROS ESTABILIZADOS CON LODO ARCILLOSO. LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS HAN SIDO MUY FAVORABLES Y SE HA DECIDIDO LA SUSTITUCIÓN DE LA BENTONITA SÓDICA POR LA ARCILLA DEL VALLE DE MÉXICO ENCONTRÁNDOSE LAS VENTAJAS SIGUIENTES:

- A).- EL COSTO DE LA MATERIA PRIMA (ARCILLA QUE SUSTITUYE A LA BENTONITA) ES PRÁCTICAMENTE NULO,
- B).- LA PREPARACIÓN QUE REQUIERE EL LODO ARCILLOSO ES MÁS SIMPLE QUE LA DEL LODO BENTONÍTICO.

## B I B L I O G R A F I A

- ESPECIFICACIONES Y PROCEDIMIENTOS, CONSTRUCTIVOS DEL MURO COLADO EN SITIO.  
JEFATURA DE PROYECTOS I.S.T.M.E.
- EL SUBSUELO DE LA CIUDAD DE MÉXICO.  
MARSAL R.M. Y MAZARI M.
- PERFORACIONES Y SONDEOS DEL SUELO PARA OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL.  
FLORES SALAZAR Y BERNARDO.
- MÁQUINAS PARA OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL.  
GABAY, ADIL.
- CONTRATOS Y ESPECIFICACIONES.  
SMALL, BEN JOHN.
- TRATADO DE CONSTRUCCIÓN, MÉXICO.  
SAAD, ANTONIO MIGUEL.
- CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO, MÉXICO.  
INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO.
- PRÁCTICAS RECOMENDABLES PARA DOSIFICAR EL CONCRETO.  
INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO.
- TÉCNICAS DE LABORATORIO PARA PRUEBAS DE MATERIALES.  
KEYSER, CARL. A.
- NORMAS A.S.T.M. PARA CEMENTO Y CONCRETO.  
PUBLICACIONES REVISTA I.M.C.Y.C.