



Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"A R A G O N"

ANALISIS PARA LA DETERMINACION DE
LA IMPLANTACION DE VIAS SOBRE LOSA
DE CONCRETO EN EL S.T.C. METRO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO-ELECTRICO
P R E S E N T A
MARGARITO F. PEREZ JIMENEZ

San Juan de Aragón, Edo. de México

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

I N D I C E

PAGINA

CAPITULO I.	ANTECEDENTES HISTORICOS.	
I.1.	RESERVA HISTORICA.	7
I.2.	UTILIZACION DEL NEUMATICO EN FERROCARRIL Y EL METRO	10
I.3.	PRINCIPIO DE RODAMIENTO Y DE GUIADO.	10.
I.4.	CAPTACION DE LA CORRIENTE DE TRACCION.	11
I.5.	GENERALIDADES DE LA VIA ACTUAL EN EL METRO.	11
CAPITULO II.	ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA VIA.	
II.1.	LA VIA CLASICA.	13
II.2.	LA VIA DEL METRO.	13
II.2.1.	VIA PRINCIPAL.	14
II.2.2.	VIA SECUNDARIA.	14
II.3.	ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA VIA.	14
II.3.1.	BALASTO.	15

II.3.1.1.	CALIDAD DEL BALASTO.	15
II.3.2.	LOS DURMIENTES.	17
II.3.3.	EL PIEL DE SEGURIDAD.	19
II.3.3.1.	EL RIEL EN LA VIA DEL METRO.	20
II.4.	PISTA DE RODAMIENTO.	20
II.5.	BARRA GUIA.	21
II.6.	AISLADORES.	22
II.6.1.	ANALISIS DE RESISTENCIA DEL AISLADOR.	22
II.7.	APARATOS DE VIA.	27
II.7.1.	ELEMENTOS CARACTERISTICOS DE UN APARATO DE VIA.	27
CAPITULO III. SISTEMA DE FIJACION ACTUALES.		
III.1.	FIJACION DE VIA SOBRE DURMIENTES DE MADERA.	30
III.2.	FIJACION DE VIA SOBRE BALASTO CON DURMIENTE DE CONCRETO.	32
III.3.	FIJACION DE VIA SIN BALASTO.	33
III.4.	DESPLAZAMIENTO.	35

CAPITULO IV.	ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE FIJACION.	
IV.1.	CARACTERISTICAS DE LA VIA.	42
IV.2.	INVERSION DE LA FIJACION DE LA VIA Y DEL MANTENIMIENTO.	44
IV.3.	CALCULO DE LOS ANCLAJES DEL AISLADOR EN LOGA	47
CAPITULO V.	ANALISIS DE LA FALLA DE FIJACION DE AISLADORES.	
V.1.	FALLAS REPORTADAS.	56
V.2.	POSIBLES CAUSAS DE FALLA.	57
V.2.1.	DEFICIENCIA EN LA CALIDAD DEL CONCRETO.	57
V.2.2.	MANTENIMIENTO DEFECTUOSO.	59
V.2.3.	INSTALACION DEFECTUOSA.	60
V.2.4.	ZOCLOS DE CONCRETO.	61
V.2.5.	AISLADORES CON SEPARACION EXCESIVA.	62
V.2.6.	VARIACION DE TEMPERATURA.	63
V.2.7.	SUJECION DE LOS AISLADORES CON MATERIALES INCOMPLETOS O INADECUADOS.	64

V.2.8.	MATERIAL RODANTE DEFECTUOSO.	65
V.2.9.	MATERIAL DE SELLAMIENTO Y DE RELLENO BAJO CALZA.	66
V.2.10.	COLOCACION DE LOS PERNOS DE ANCLAJE A UNA PROFUNDIDAD INSUFICIENTE.	67
CAPITULO VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	69
VOCABULARIO		
BIBLIOGRAFIA.		

I.

JUSTIFICACION.

DURANTE LA ETAPA DE CONTRUCCION DE LA LINEA 7 ,EN LA CIUDAD DE MEXICO (TACUDA-BARRANCA DEL MUERTO), Y UNA VEZ QUE FUE PUESTA EN SERVICIO, SE DETECTARON ALGUNOS PROBLEMAS QUE FUERON SUBSANADOS SIN QUE TRASCENDIERA MAYORMENTE ESTO, HASTA LA FALLA SIMULTANEA DE VARIAS SUJECIONES DE VIA PRINCIPALMENTE DE LOS AISLADORES EN UN TRAMO DE 40 m. ENTRE LAS ESTACIONES BARRANCA DEL MUERTO Y MIXCOAC POR AMBAS VIAS. VIA 1 TACUDA-BARRANCA DEL MUERTO Y VIA 2 BARRANCA DEL MUERTO-TACUDA.

EL PRESENTE PROYECTO RESPONDE AL INTERES PERSONAL DE ANALIZAR LA CONDICION DE LAS VIAS EN LAS LINEAS CON EL SISTEMA DE FIJACION DIRECTA SOBRE CONCRETO, ASI COMO LAS CAUSAS QUE MOTIVAN EL DETERIORO DE ALGUNAS FIJACIONES DE LOS AISLADORES,QUE SON SOPORTES FUNDAMENTALES EN LA OPERACION Y BUEN FUNCIONAMIENTO DEL MATERIAL RODANTE.

II.

OBJETIVO.

CON EL OBJETO DE EVITAR LA FALLA DE LAS SUJECCIONES DE LOS AISLADORES ES NECESARIO ENCONTRAR ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE LAS VIAS CON EL SISTEMA DE FIJACION DIRECTA SOBRE LOSA DE CONCRETO.

AUNQUE PODEMOS ENCONTRAR VARIOS SISTEMAS DE SUJECION EN DIFERENTES CONDICIONES DE TERRENO, EL SISTEMA DE FIJACION DE VIAS SOBRE LOSA DE CONCRETO PRESENTA ASPECTOS INTERESANTES EN CONDICIONES DE OPERACION, Y COSTOS DE MANTENIMIENTO MUY RENTABLES PARA LA EXPLOTACION DE ESTE SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO.

CAPITULO I

I. BREVE RESERVA HISTORICA.

I.1. SI HABLAMOS DE VIAS, PENSAMOS OBLIGADAMENTE EN LAS VIAS FERREAS Y EN EL TREN COMO UN TODO INSEPARABLE. SIN EMBARGO, LA VIA TIENE DOS MIL AÑOS MAS QUE LA LOCOMOTORA.

EL HOMBRE DESCUBRIO TEMPRANAMENTE QUE ERA MAS FACIL TIRAR DE SU CARRO O TRINCO SI PREPARADA SURCOS DE PIEDRA LISA O DE TABLAS DE MADERA PARALELAS ENTRE SI, (Fig. 1) O LOS CLAVABA EN UN CAMINO RASCO.

ESTE ULTIMO TIPO DE VIA, CON SURCOS DE 0.12 A 0.15m. DE PROFUNDIDAD, Y DE 0.05 A 0.07 m. DE ANCHO SEPARADOS ENTRE SI 0.2 A 1.50 m., FUE UTILIZADOS POR LOS GRIEGOS PARA LLEVAR SUS CARROS ADORNADOS A LOS TEMPLOS DURANTE LAS FIESTAS RELIGIOSAS. HABIAN CONSTRUIDO TAMBIEN UN TIPO DE REMOLQUE CON VIAS DE MADERA PARA TRANSPORTAR NAVES A TRAVES DEL ISTMO DE CORINTO Y EVITAR ASI LA LARGA NAVEGACION ALREDEDOR DEL CABO DE MATAPAN. LOS GRIEGOS HABIAN DESCUBIERTO QUE UN HOMBRE O UN CABALLO PODIAN ARRASTRAR UNA CARGA OCHO VECES MAS PESADA SI LO HACIAN SOBRE UNA VIA EN LUGAR DE HACERLO SOBRE UN CAMINO IRREGULAR.

TAMBIEN LOS ROMANOS CAVARON SURCOS EN MUCHOS DE SUS CAMINOS MILITARES.

COMO TANTAS OTRAS CONQUISTAS TECNICAS DE LA ANTIGUEDAD, TAMBIEN ESTA SE PERDIO DURANTE LA EDAD MEDIA. EN EL SIGLO XV O XVI, VUELVEN A ENCONTRARSE LAS VIAS; PROBABLEMENTE

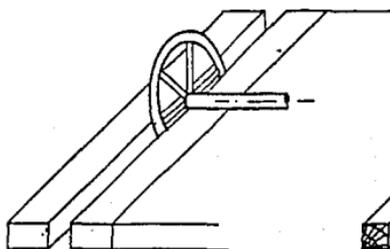


FIG. No. 1

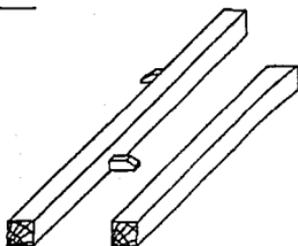


FIG. No. 2

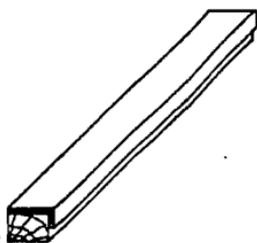


FIG. No. 3

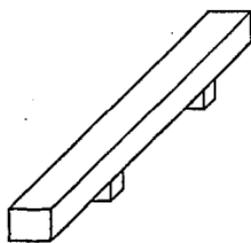


FIG. No. 4

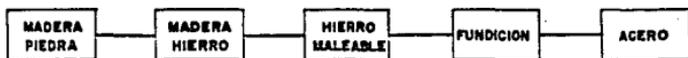


FIG. No. 5

EVOLUCION DEL RIEL

APARECIERON POR PRIMERA VEZ EN LAS MINAS ALEMANAS, QUE ERAN LAS MEJOR INSTALADAS EN TODA EUROPA. EL CARBON Y LOS MINERALES ERAN TRANSPORTADOS EN PEQUEÑOS VAGONES, TIRADOS POR LOS PROPIOS MINEROS O POR CABALLOS, A LO LARGO DE LAS GALERIAS.

HACIA FINES DEL SIGLO XVI, MINEROS ALEMANES FUERON LLAMADOS A INGLATERRA A FIN DE MODERNIZAR LAS MINAS. LOS ALEMANES LLEVARON CONSIGO EL "TRAMWAY", COMO LO LLAMABAN EN INGLATERRA. ES DE ESTE MODO COMO LLEGARON LAS VIAS AL PAIS QUE IBA A SER LA CUNA DEL FERROCARRIL. (VI. pag.28).

ESTAS VIAS DE LAS MINAS ESTABAN FORMADAS POR DOS MADEROS SEPARADOS ENTRE SI POR POCOS CENTIMETROS, DEL EJE DE LA VAGONETA SOBRESALIA UN PERNO DE HIERRO QUE ENTRABA EN ESE ESPACIO Y EVITABA QUE LAS RUEDAS SE DESLIZASEN DE LOS MADEROS.

ALREDEDOR DE 1630, SE LE OCURRIO A UN TAL BEAMONT, DUERO DE UNA MINA EN NORTHUMBERLAND, UNIR AMBOS MADEROS CON DURMIENTES Y AUMENTAR TABIEN LA DISTANCIA QUE LOS SEPARABA.

TAN PRONTO COMO ESTAS VIAS DE MADERA QUEDARON DESGASTADAS, POR LAS PESADAS VAGONETAS, COLOCO SOBRE ELLAS HIERRO PLANO, ENTONCES FUERON LAS RUEDAS DE MADERA LAS QUE SE DESGASTABAN RAPIDAMENTE. POR ESTAS CAUSAS, TABIEN LAS RUEDAS SE FABRICARON DE HIERRO. (Fig. 4.)

SIN EMBARGO, SURGIO LA DIFICULTAD CREADA POR EL DEZLIZAMIENTO DE LAS RUEDAS, YA QUE SE HABIA SUPRIMIDO EL PERNO DE HIERRO. A FIN DE EVITAR ESTE INCONVENIENTE, SE EQUIPO UN LADO DE LAS VIAS CON UNA PEQUEÑA PROTUBERANCIA. HACIA FINES DEL SIGLO XVII, SE LE OCURRIO A UN INGENIERO INGLES COLOCAR LA

PROTUBERANCIA EN LAS RUEDAS, EN LUGAR DE DEJARLA EN LAS VIAS LO QUE DEMOSTRO SER MUCHO MAS PRACTICO Y FUNCIONAL.

DESDE LA EPOCA DE ESTA INNOVACION, TODAS LAS RUEDAS DE LOS VEHICULOS SOBRE VIAS FUERON Y SON PROVISTAS DE PESTANAS.

EL INGENIERO DE MINAS, RICHARD REYNOLDS, CONSTRUYO EN 1767, LAS PRIMERAS VIAS DE HIERRO FUNDIDO Y OTRO INGLES, JESSOP, CREO EL CORTE TRANSVERSAL EN FORMA DE HONGO DE LOS RIELES QUE AUN SE UTILIZA EN LA ACTUALIDAD. CON ESTAS IDEAS, ESTADAN CREADAS LAS CONDICIONES PREVIAS PARA LA INVENCION DEL FERROCARRIL. EN TODAS PARTES HABIA MERCADERIAS QUE TENIAN QUE SER TRACPORTADAS RAPIDAMENTE Y CON SEGURIDAD DE UN LUGAR A OTRO, ASI COMO HABIA PERSONAS QUE QUERIAN VIAJAR COMODAMENTE Y CON RAPIDEZ.

EL EXAMEN ATENTO DE LAS CARACTERISTICAS DE LA VIA MODERNA, PONE DE MANIFIESTO UNA EVOLUCION DE LOS ELEMENTOS QUE LA CONSTITUYEN, DENTRO DE LA CALIDAD TECNOLÓGICA DE LOS COMPONENTES. ESTE PROGRESO BASADO DURANTE MUCHO TIEMPO EN EL EMPIRICO, HA PERMITIDO LA AUMENTACION PROGRESISTA TANTO DE LA VELOCIDAD COMO DEL TONELAJE POR EJE Y POR VIA, EN CONSECUENCIA, EN LA CAPACIDAD DE LOS VEHICULOS O MATERIALES RODANTES, MAS ESTE PROGRESO DECISIVO NO HA INTERVENIDO SINO HASTA HACE ALGUNOS AÑOS, CUANDO SE ABORDO CIENTIFICAMENTE EL ESTUDIO DE LOS FENOMENOS DINAMICOS QUE ACOMPAÑAN LA CIRCULACION DEL MATERIAL RODANTE SOBRE LA VIA FERREA. (Fig.5)

ESTOS ESTUDIOS SE HAN COLOCADO DENTRO DEL DOMINIO DE LA DINAMICA VIA/VEHICULO Y DENTRO DE LA ESTABILIDAD DE LAS VIAS EQUIPADAS POR BARRAS O PERFILES DE GRAN LONGITUD, TODO ELLO

HA SIDO EXTENSO Y FATIGANTE, MAS CON BUENOS RESULTADOS COMO SON: EL PERMITIR CIRCULAR CON TODA SEGURIDAD A (200 Km/h), SOBRE CIERTOS INTINERARIOS Y LLEVAR A (331 Km/h), EL RECORD DE VELOCIDAD MUNDIAL PARA LA CIRCULACION DE UN VEHICULO SOBRE VIA FERREA, COMO ES EL TREN A GRAN VELOCIDAD (T.G.V.) DE FRANCIA.

I.2. UTILIZACION DEL NEUMATICO EN FERROCARRIL Y EL METRO. LA IDEA DE EMPLEAR EL NEUMATICO PARA FERROCARRIL SE DEBE A LA EMPRESA MICHELIN, Y REMONTA AL AÑO 1929. LA PRIMERA MICHELIN FUE PRESENTADA OFICIALMENTE EN 1931, SOBRE EL TRAYECTO PARIS-DEAUVILLE: POSTERIORMENTE LA SOCIEDAD NACIONAL DE FERROCARRILES FRANCESES (S.N.C.F.) EN 1949, PONE EN SERVICIO LAS LINEAS "PARIS-STRASBOURG" Y "PARIS-BATE", CIRCULANDO SOBRE NEUMATICOS. (Fig.6).

TODAS ESTAS REALIZACIONES COMPARTEN EL EMPLEO DE UNA RUEDA METALICA CUBIERTA DE CAUCHO CON ALMA TEXTIL, POSTERIORMENTE EL ALMA CAMBIO A ACERO, LA CARGA MAXIMA POR EJE ERA MUY LIMITADA.

EN 1950, LOS TECNICOS DE REGIE AUTONOME DES TRANSPORTE PARISIENS (R.A.T.P.), ENCUENTRAN UNA NUEVA SOLUCION PARA EL GUIADO DE VEHICULOS EN COLABORACION CON LA EMPRESA MICHELIN ELLA COMPRENDE EL EMPLEO DE BOGIES A DOS EJES.

I.3 PRINCIPIO DE RODAMIENTO Y DE GUIADO.

CADA BOGIE POSEE CUATRO RUEDAS PRINCIPALES PORTADORAS PROVISTAS DE NEUMATICOS, QUE CIRCULAN SOBRE DOS PISTAS METALICAS PARALELAS, QUE ENCUADRAN A LA VIA FERREA CLASICA.

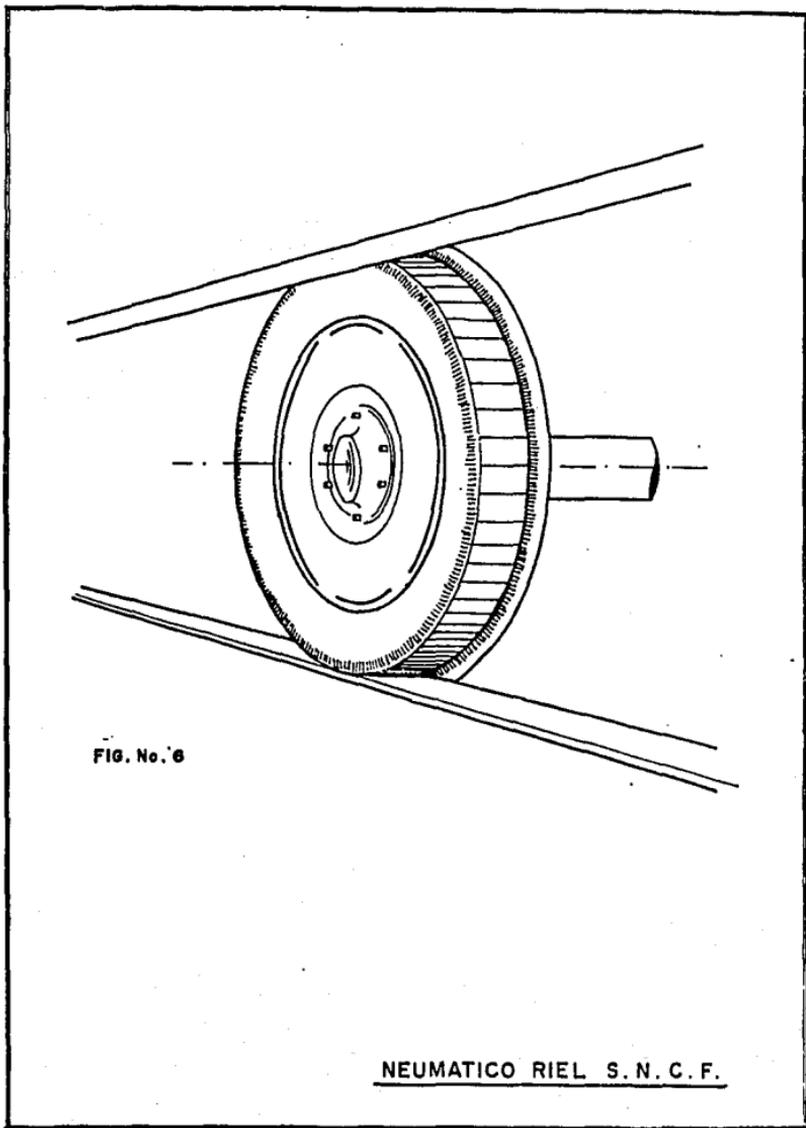


FIG. No. 6

NEUMATICO RIEL S. N. C. F.

EL GUIADO ESTA ASEGURADO POR CUATRO RUEDAS HORIZONTALES, DE DIAMETRO MAS PEQUEÑO, EQUIPADAS IGUALMENTE DE NEUMATICOS QUE APOYAN ADELANTE Y ATRAS DEL BOGIE SOBRE DOS BARRAS LATERALES DE GUIADO SOLIDAMENTE FIJAS A LA VIA. UNA RUEDA METALICA, LIGERA CON CEJA PROLONGADA, LLAMADA "RUEDA DE SEGURIDAD", UBICADA AL LADO DE CADA RUEDA PORTADORA; SIN CONTACTO CON EL RIEL, SEA VERTICAL O LATERALMENTE SOLO EN CASO DE BAJA PRESION DEL NEUMATICO CORRESPONDIENTE, O ROTURA EN LA SOLDADURA DE BARRA GUIA ES LA CEJA QUIEN ASEGURA EL GUIADO EN LA ZONA DE APARATOS DE VIA O EN LOS PUNTOS DE INTERRUPCION DE UNA DE LAS BARRAS LATERALES. EN ESTOS PUNTOS UN CONTRARIEL SITUADO DEL LADO OPUESTO, ES QUIEN MANTIENE LA DOBLE SEGURIDAD DEL GUIADO, GARANTIZADA EN VIA CORRIENTE, A LA VEZ POR LA BARRA GUIA Y POR EL RIEL DE SEGURIDAD (Fig. 7y0)

1.4. CAPTACION DE LA CORRIENTE DE TRACCION.

LA ALIMENTACION DE ENERGIA ELECTRICA AL MATERIAL RODANTE ESTA ASEGURADA POR LAS BARRAS GUIAS LATERALES QUE REPOSAN SOBRE LOS SOPORTES AISLANTES Y EL RETORNO DE CORRIENTE SE EFECTUA POR LOS RIELES DE SEGURIDAD Y POR LA PISTAS METALICAS. PARA ESTA EFECTO LOS BOGIES CUENTAN CON FROTORES POSITIVOS LATERALES Y FROTORES NEGATIVOS VERTICALES.

1.5. GENERALIDADES DE LAS VIA ACTUAL EN EL METRO.

EN LA ACTUALIDAD LA IMPLANTACION ESPECIAL DEL SISTEMA DE TRASPORTE COLECTIVO (METRO), CON RODAMIENTOS SOBRE NEUMATICO CUENTA CON LA MAYOR SUAVIDAD Y MENOR SONORIDAD, COMPARANDO CON OTROS SISTEMAS DE FERROCARRIL OFRECIENDO ACELERACIONES Y FRENADOS DE MAYOR IMPORTANCIA, CORRESPONDIENDO DE ESTA

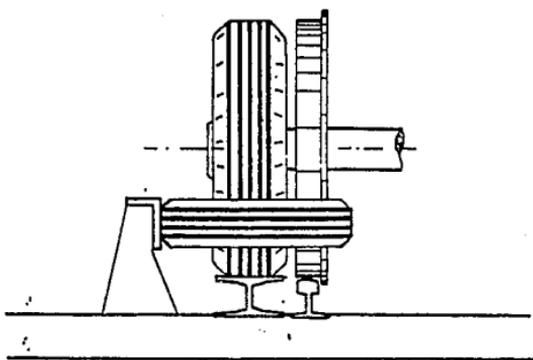


FIG. No. 7

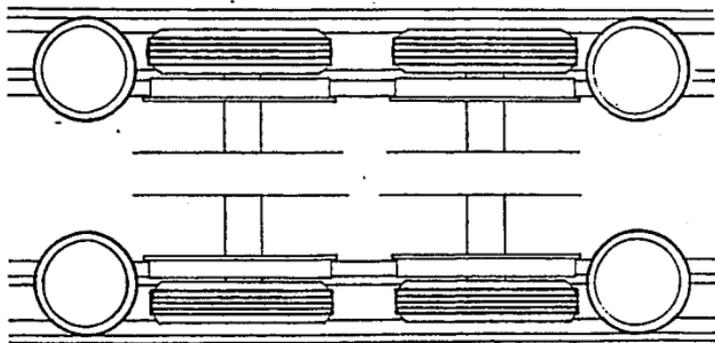


FIG. No. 8

PRINCIPIO DE GUIADO

MANERA A UN MODO DE EXPLOTACION MUY PARTICULAR COMO ES EL DE DAR UN SERVICIO URBANO.

PARA LOGRAR TODO ESTO, SE CUENTA EN EL METRO DE MEXICO CON DIFERENTES SISTEMAS DE SUJECION PARA VIA, SEGUN SE TRATE DE VIA SOBRE BALASTO EN TUNEL, SUPERFICIAL O AEREA; YA SEA CON DURMIENTES DE MADERA, O DE CONCRETO; O DE VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO.

TODA BUSQUEDA PARA LOGRAR LO ANTERIOR POR SI SOLA ES INSUFICIENTE, SI NO CUENTA CON EL ASPECTO TECNICO QUE SE ADAPTE PROGRESIVAMENTE AL ASPECTO ECONOMICO QUE TOMA DIA A DIA UN LUGAR MUCHO MAS IMPORTANTE, POR LO CUAL EL INGENIERO Y EL TECNICO DEBEN TOMAR EN CUENTA ESTE FACTOR PASANDO TODOS LOS CONCEPTOS A LA CRIBA DE PRECIOS DE AMORTIZACION, A FIN DE PERMITIR MANTENER COMPETITIVA A LA VIA MODERNA CON LOS OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE CONCURRENTES. ASIMISMO EN LA PECULIAR FORMA DE CONSTRUCCION DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO, EL PROYECTISTA TIENE LA RESPONSABILIDAD DE BUSCAR LA SIMPLICIDAD EN LA INSTALACION DE LOS ELEMENTOS PARA FACILITAR AL CONSTRUCTOR EL AVANCE TAN ACELERADO QUE SE LE HA EXIGIDO. COMO RESULTADO DE LA NECESIDAD APREMIANTE DE TRANSPORTE QUE VIENE SUFRIENDO ESTA CIUDAD POR SU DESMEDIDO CRECIMIENTO DEMOGRAFICO, ESTA SIMPLIFICACION DEBE CONTEMPLAR ADEMAS EL REDUCIR COSTOS Y FACILITAR EL MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS POR PARTE DEL STC, QUE ES LA EMPRESA ENCARGADA DE OPERAR Y CONSERVAR EL METRO. A ULTIMAS FECHAS HA COBRADO VITAL IMPORTANCIA EL BUSCAR LA SUSTITUCION DE IMPORTACIONES PARA AMORTIGUAR EL GRAN PESO DEL PROBLEMA FINANCIERO QUE VIVE EL PAIS, POR LO QUE SE HA INTENSIFICADO LA HOMOLOGACION DE ESPECIFICACIONES TECNICAS Y EL CONTACTO CON LA INDUSTRIA NACIONAL PARA ALCANZAR ESTE FIN.

CAPITULO II

II. DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA VIA.

II.1. LA VIA CLASICA.

ESTA CONSTITUIDA POR UN ENCANADLE DE ELEMENTOS, QUE TRANSMITEN DIRECTA O INDIRECTAMENTE LA CARGA DINAMICA DE LAS RUEDAS DEL MATERIAL RODANTE A LA LOCA O PLATAFORMA. LA VIA CLASICA SOBRE BALASTO SE COMPONE DE DOS FILAS DE RIELES DONDE SU INCLINACION Y SEPARACION ES MANTENIDA POR DURMIENTES QUE REPOSAN SOBRE UNA CAPA DE ESPESOR VARIABLE DE BALASTO. (Fig.9)

EL RIEL SE FIJA AL DURMIENTE MEDIANTE SUJETADORES ESPECIALES.

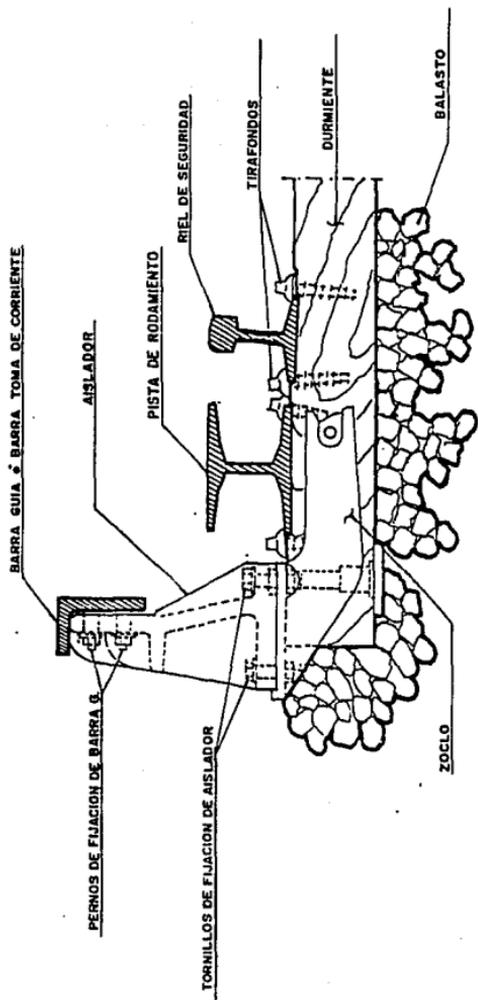
LA CONTINUIDAD DE LAS FILAS DE RIEL SE OBTIENE POR EMPLANCHUELO O POR SOLDADURA.

II.2. LA VIA DEL METRO.

EN EL METRO (SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO), SE LE DENOMINA VIA AL CONJUNTO DE ELEMENTOS QUE PERMITEN SOPORTAR, GUIAR Y ALIMENTAR ELECTRICAMENTE AL MATERIAL RODANTE.

ACTUALMENTE EL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO, CUENTA CON VIAS EN OPERACION DE DIFERENTES TIPOS QUE SON:
VIA PRINCIPAL EN TUNEL SOBRE BALASTO O DIRECTAMENTE SOBRE CONCRETO.

VIA PRINCIPAL SUPERFICIAL.



UN AM	ENEP ARAGON		
	COTAS MARGARITO F. PEREZ J.	SIN	SIN
FIG. No. 9 ELEMENTOS PRINCIPALES		ESCALA:	SIN
DE LA VIA DEL METRO		FECHA:	

VIA PRINCIPAL ELEVADA.

VIA SECUNDARIA.

II.2.1. VIA PRINCIPAL.

SE ENTIENDE COMO VIA PRINCIPAL, AQUELLA EN LA CUAL EL MATERIAL RODANTE CIRCULA CON USUARIOS Y EN SERVICIO NORMAL.

II.2.2. VIA SECUNDARIA.

LAS VIAS SECUNDARIAS ESTAN UBICADAS EN ZONAS DE MANIOBRA, ENLACES DE LINEAS Y EN TALLERES; POR ELLAS CIRCULAN LOS TRENES VACIOS Y A BAJA VELOCIDAD.

II.3. ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA VIA.

LA VIA DEL METRO ESTA CONSTITUIDA PRINCIPALMENTE POR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

1. - DALASTO.
2. - DURMIENTES.
3. - RIEL DE SEGURIDAD.
4. - PISTA DE RODAMIENTO.
5. - AISLADORES.
6. - BARRA GUIA O BARRA TOMA DE CORRIENTE.
7. - APARATO DE VIA.

ELEMENTOS AUXILIARES PARA LA FORMACION DE LA VIA:

PLANCHUELAS	ZOCLOS	TIRAFONDOS
GRAPAS	CALZAS	PERNOS NELSON

(DIFERENTES TIPOS)

JUNTAS AISLANTES (PLAQUETA AISLANTE) RIEL Y PISTA
CANDELEROS
PERNOS Y CHAVETAS
TORNILLOS, TUERCAS Y RONDANAS

A CONTINUACION DESCRIBIREMOS LOS ELEMENTOS PRINCIPALES QUE
CONSTITUYEN LA VIA:

II.3.1. BALASTO

FUNCIONES DEL BALASTO.

EL BALASTO DEBE:

ASEGURAR LA REPARTICION SOBRE LA LOGA O PLATAFORMA DE LAS
CARGAS CONCENTRADAS QUE RECIBE DE LOS DURMIENTES.

REGISTRAR EL DESPLAZAMIENTO DE LA VIA.

ASEGURAR, EN RAZON DE SU GRANULOMETRIA PARTICULAR, EL DRENAJE
Y LA ELEVACION DE LAS AGUAS DE FILTRACION O DE LLUVIA.

CONSTITUIR UN AMORTIGUADOR DE VIBRACIONES.

PERMITIR LA RECTIFICACION RAPIDA DE LA NIVELACION Y EL TRAZO
DE VIA.

II.3.1.1. CALIDAD DEL BALASTO:

LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL BALASTO, INFLUYEN SOBRE SU
APTITUD AL CUMPLIR SU FUNCION. PARA SER EFICAZ, EL BALASTO

DEBE POSEER LAS PROPIEDADES SIGUIENTES:

SER DURO: A FIN DE RESISTIR A LOS ESFUERZOS RECIBIDOS Y EL DESGASTE POR ABRACION, DEBIDO A LAS VIBRACIONES GENERADAS POR EL PASE DEL MATERIAL RODANTE.

OFRECER UNA CIERTA ELASTICIDAD: ESTA ELASTICIDAD PERMITE AMORTIGUAR LA TRANSMISION DE LAS CARGAS Y DE ATENUAR LA AMPLITUD DE LOS ESFUERZOS DINAMICOS.

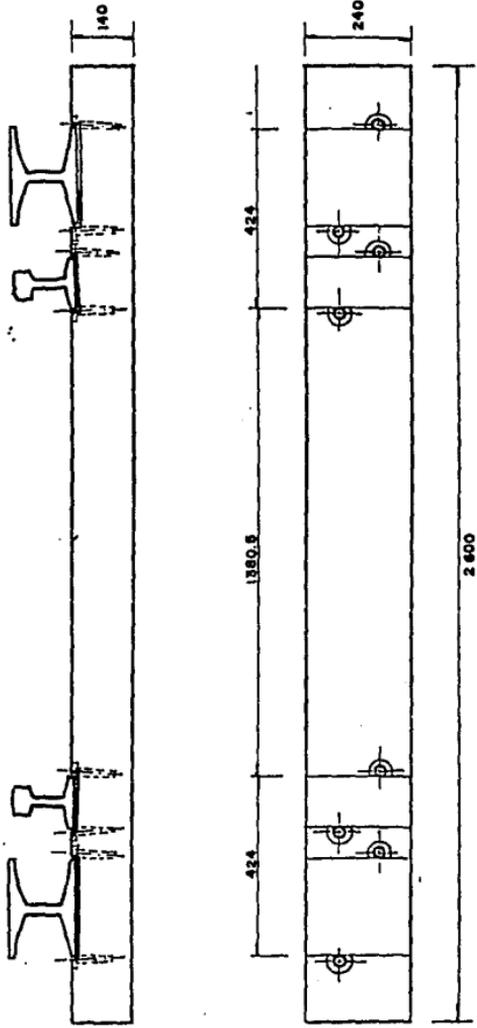
SER MUY DENSO: UN BALASTO PESADO FIJA LA VIA Y RESISTE A LOS DIFERENTES ESFUERZOS A LOS QUE ESTA SOMETIDO.

CONTENER ELEMENTOS ANGULOSOS Y RUGOSOS: ES UTIL QUE LAS ARISTAS SEAN MUY VIVAS Y LAS SUPERFICIES SUFICIENTEMENTE RUGOSAS PARA PERMITIR LA COHESION DEL BALASTO Y LA BUENA CONSERVACION DE LA VIA.

EL CONTACTO BALASTO-DURMIENTES, DEBE PODER ASEGURAR UNA INMOVILIZACION DE ESTOS ULTIMOS.

SER PERMEABLE: LA PERMEABILIDAD SERA, PARA EL CONJUNTO DEL BALASTO TANTO MEJOR SI LOS VACIOS EXISTENTES ENTRE LOS ELEMENTOS PERMITEN EL DRENAJE DE AGUA, ES PUES, UN PROBLEMA LIGADO A LA GRANULOMETRIA DEL BALASTO, ASI COMO A DUREZA, PORQUE LA ABRASION PRODUCE POLVOS QUE LLENAN PROGRESIVAMENTE LOS VACIOS Y FRENAN EL DEGALLOJO DEL AGUA.

TENER UNA BUENA GRANULOMETRIA: EL TAMAÑO DE LOS ELEMENTOS SU FORMA Y LA PROPORCION RELATIVA DEL NUMERO DE ELEMENTOS DE DIFERENTES TAMAÑOS, SON CARACTERISTICAS QUE INFLUYEN NO SOLAMENTE SOBRE LA ESTABILIDAD DE LA VIA Y TIEMPO DE VIDA



8/ESC. ACOT.: MM.

DURMIENTE TIPO "O" FIGURA No. 10

DEL BALACTO, SINO IGUALMENTE SOBRE LA APTITUD DE ESTE BALACTO AL COMPACTADO. ASI MISMO DE ORIGEN DEBE TENER LA MENOR CANTIDAD DE FINOS POSIBLE Y EVITAR QUE DURANTE EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL SE CONTAMINE CON MATERIAL COMO CACCAJO, ARENA, CEMENTOS, ETC.

II.3.2. LOS DURMIENTES.

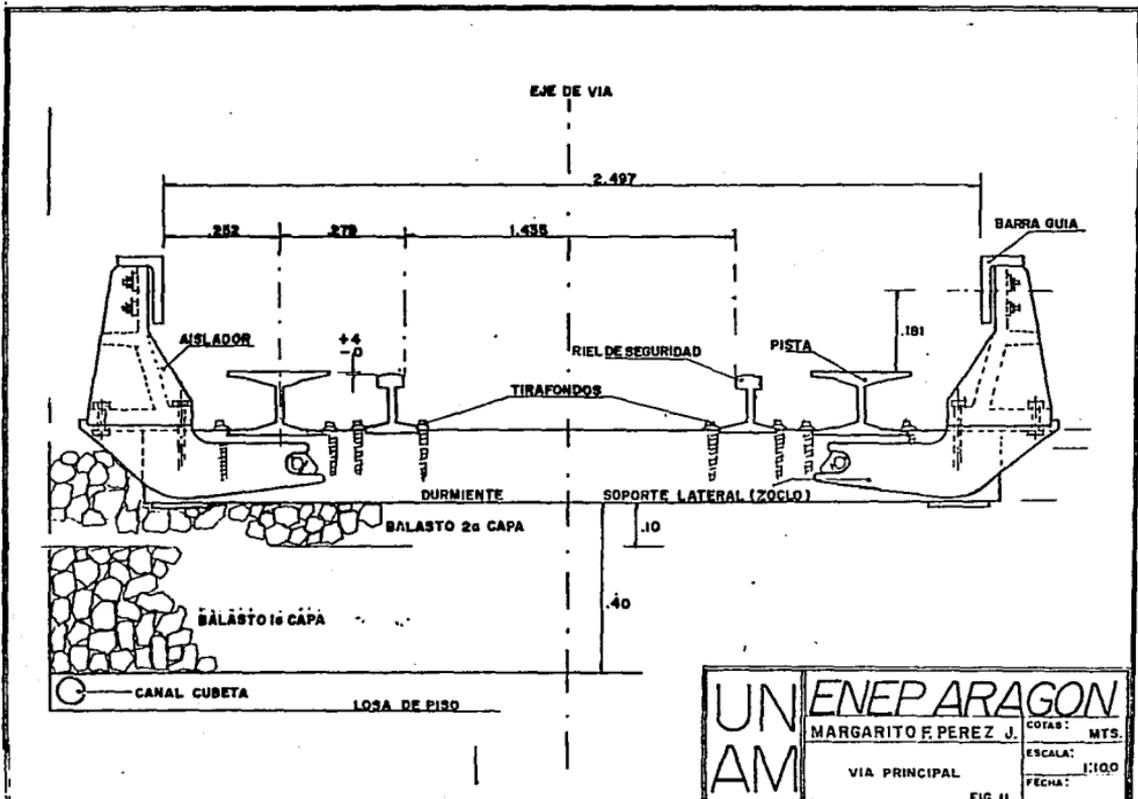
ESTOS SOPORTAN LAS CARGAS QUE SE DESARROLLAN EN LAS PISTAS DE RODAMIENTO Y RIELES DE SEGURIDAD Y A SU VEZ LAS TRANSMITEN AL BALACTO; AL MISMO TIEMPO QUE MANTIENEN LA SEPARACION DE LAS DOS FILAS DE RIELES Y PISTAS.

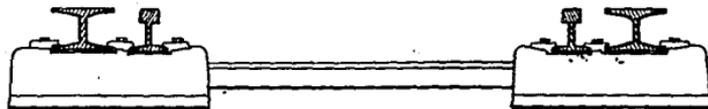
LA FIJACION DEL AISLADOR, PORTADOR DE LA BARRA GUIA, CONSTITUYE UN CASO PARTICULAR QUE IMPLICA TENER DOS MODELOS DIFERENTES DE DURMIENTES.

LAS REDES DE METRO UTILIZAN DE RAZON CASI EXCLUSIVA, DURMIENTES DE MADERA O DURMIENTES DE CONCRETO. (Fig.10).

LOS DURMIENTES DE MADERA, SON CADA VEZ MENOS UTILIZADOS EN LAS IMPLANTACIONES DEL METRO. DEBIDO A QUE NO SE HAN PODIDO CONSEGUIR EN EL PAIS EN LA CANTIDAD Y CALIDAD NECESARIA.

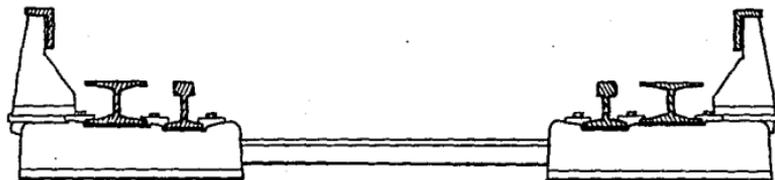
EL DURMIENTE DE CONCRETO ESTA SIENDO RAPIDAMENTE IMPUESTO COMO EL MATERIAL MAS APTO A SUPLIR LAS FUNCIONES EXIGIDAS POR UN DURMIENTE. POR LO CUAL, LOS DURMIENTES DE MADERA SON EN LA ACTUALIDAD DESPLAZADOS POR DURMIENTES DE CONCRETO ARMADO. (Fig.11;12).





DURMIENTE ORDINARIO

SIN ESCALA



SOPORTE DE AISLADOR

SIN ESCALA

DURMIENTES DE CONCRETO . FIG. No. 12

LOS DURMIENTES DE CONCRETO, CON EN PRINCIPIO MAS PESADOS Y DAN A LA VIA UNA MAYOR ESTABILIDAD, ADEMAS DE LA CANTIDAD DE BALASTO DEPLAZADO EN LA INSTALACION, YA QUE POR SU MAYOR PEGO TIENDE A UNDIRSE EN EL BALASTO MAS QUE EL DURMIENTE DE MADERA, SI NO SE REALIZO UNA BUENA COMPACTACION.

FORMA Y DIMENSIONES: LOS DURMIENTES POSCEN DIMENSIONES DETERMINADAS POR LAS CARGAS A LAS QUE ESTARAN SUJETOS Y POR LA ESTRUCTURA SOBRE LA CUAL REPOSAN.

ASI POR EJEMPLO SI SE ENRANCHARAN CONSIDERABLEMENTE EL COMPACTADO DEL BALASTO SE HARIA MAS DIFICIL Y LA CALIDAD DEL COMPACTADO DICHINUIRIA LO CUAL NO ES DESEABLE.

POR EL CONTRARIO SI EL DURMIENTE SE ALARGARA, PERMITIRIA AUMENTAR LA SUPERFICIE DEL DURMIENTE Y EL AREA SOBRE LA CUAL REPOSA Y EN LA CUAL LOS ESFUERZOS EJERCIDOS POR LOS VEHICULOS SE REPARTEN SIN COMPROMETER LA CALIDAD DEL COMPACTADO.

LAS DIMENSIONES ADOPTADAS PARA LOS DURMIENTES DE MADERA DEL METRO SON LOS SIGUIENTES.

ORDINARIOS (TIPO "A") 2.60 x 0.24 x 0.14 m.

SOPORTE DE AISLADOR (TIPO "GA") 2.70 x 0.26 x 0.15 m.

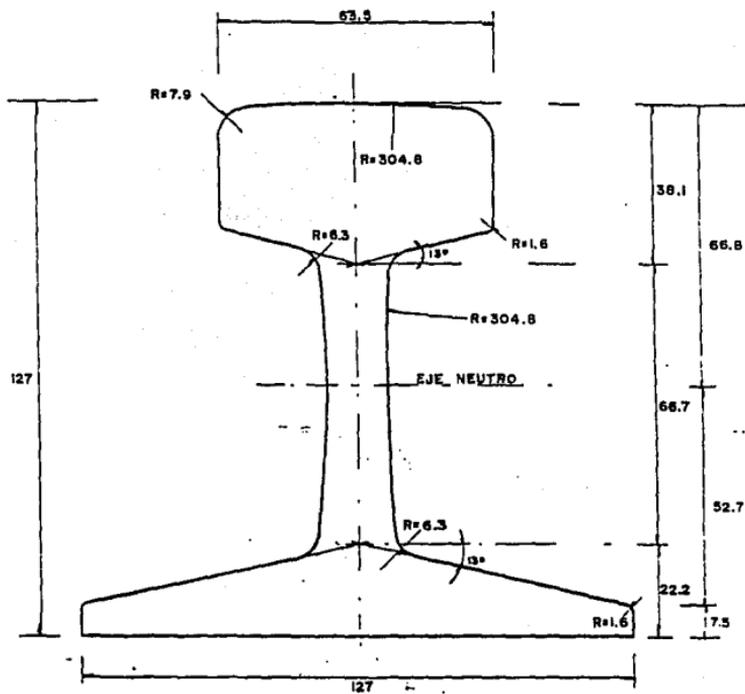
II.3.3. EL RIEL DE SEGURIDAD.

LA MAYORIA DE LOS RIELES MODERNOS SON DEL TIPO (VIGNOLE 1) CON PATIN, Y SE CARACTERIZAN POR TENER UNA BASE QUE FACILITA LA FIJACION, POR SU ALTURA, POR EL ABOMBADO DE SU MESA DE RODAMIENTO Y POR SU INCLINACION. (Fig. 13/14).

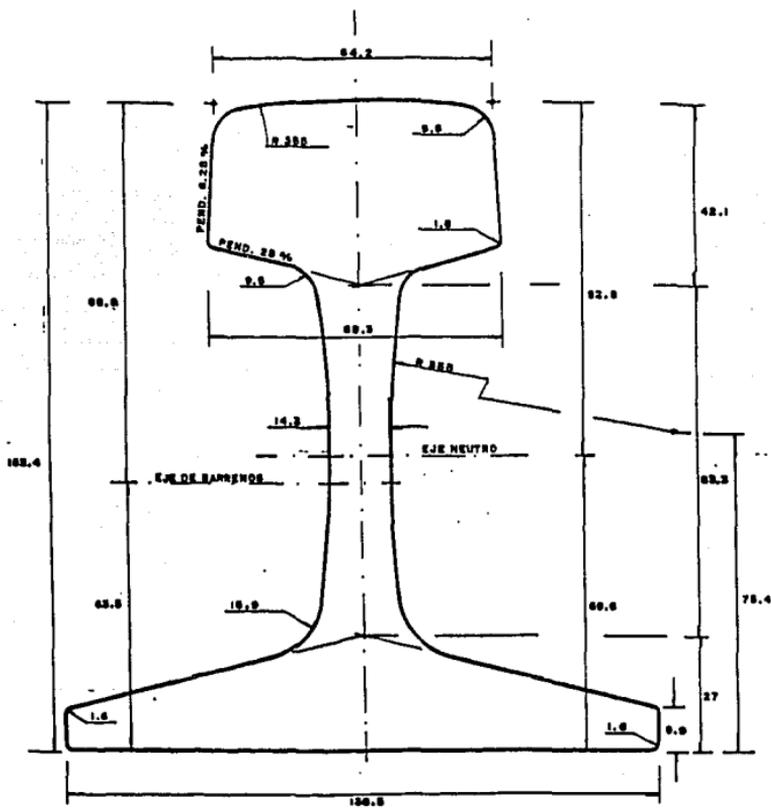
EXISTEN OTROS TIPOS DE PERFIL DONDE LA UTILIZACION DEPENDE ESCENCIALMENTE DE LA NATURALEZA DEL MATERIAL RODANTE (PESO Y CARACTERISTICAS DINAMICAS) Y DE LA FRECUENCIA DE UTILIZACION DE VIA. AUN CUANDO TODOS PRESENTAN EN COMUN LOS ELEMENTOS SIGUIENTES: LA PARTE SUPERIOR LLAMADA "HONGO, MESA O TABLA DE RODAMIENTO, LA PARTE MEDIA LLAMADA ALMA Y LA INFERIOR PATIN".

ESPECIALMENTE ES LA EXPERIENCIA LA QUE HA PERMITIDO MEJORAR PROGRESIVAMENTE LA FORMA DE RIEL; LOS ENSAYOS PARA REMEDIAR LAS FALLAS DE ORDEN MECANICO Y GEOMETRICO QUE SE PRESENTA DURANTE EL USO DE LOS PERFILES EMPLEADOS. EL ESTUDIO FOTELASTICOMETRICO, HA APORTADO ELEMENTOS AL METODO EMPIRICO, EN FIN, EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL ACERO PARA RIELES DENTRO DE LA ZONA DE CONTACTO DE LA RUEDA, TIENE POCO TIEMPO DE HABER SIDO INICIADO (1976).

1. CHARLES VIGNOLE (1793-1875), INGENIERO INGLÉS QUE INTRODUCE EN EUROPA EL RIEL CON PATIN DE LA AMERICAN STEVENS.



UN AM	ENEP ARAGON	
	MARGARITO F. PEREZ J.	COTAS: MM
	PERFIL DE RIEL 80 A. S. C. E.	ESCALA: 1:1
	FIG. 13	FECHA:



UN AM	ENEP ARAGON	
	NOMBRE:	COTAS:
	MARGARITO F. PEREZ J. MM.	
	FIG. No.	ESCALA:
14	PERFIL DE RIEL 100RE (100 lb./yd.)	1:1
	FECHA:	

II.3.1.1.

EL RIEL EN LAS VIA DE METRO TIENE LAS SIGUIENTES FUNCIONES:
ASEGURAR EL RETORNO DE CORRIENTE USADA PARA LA TRACCION DEL
MATERIAL RODANTE.

PARA DETECTAR EL MATERIAL RODANTE MEDIANTE LA SEÑALIZACION.
EN TRAMOS DONDE SE INTERRUMPE LA BARRA GUIA (CRUCES,
DECVIACIONES, COMUNICACIONES ENTRE VIAS Y TALLERES), LOS
RIELES DE SEGURIDAD JUNTO CON LAS RUEDAS METALICAS GUIAN AL
MATERIAL RODANTE, ESTE EFECTO SE LOGRA TAMBIEN CUANDO EL
NEUMATICO SUFRE UNA BAJA DE PRESION.

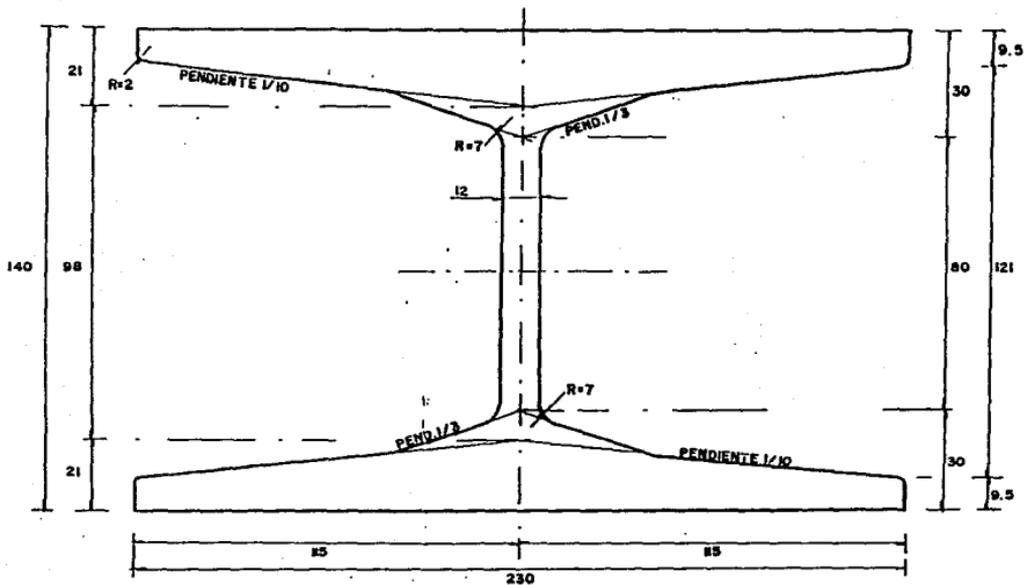
EN LOS CASOS POCO FRECUENTES QUE LOS NEUMATICOS QUE SOPORTAN
AL MATERIAL RODANTE (NEUMATICOS PORTADORES) FALLAN, EL RIEL
DE SEGURIDAD SOPORTA EL MATERIAL RODANTE POR MEDIO DE LAS
RUEDAS METALICAS.

FINALMENTE SE USAN PARA EL TRANSPORTE DE EQUIPO Y/O
VEHICULOS AUXILIARES PARA MANTENIMIENTO.

II.4. PISTA DE RODAMIENTO.

LA PISTA METALICA ES UN PERFIL ESPECIAL EN FORMA DE I DE ALAS
ANCHAS DE 0.140 m. DE ALTURA Y DE 0.230 m. DE ANCHO, SE
UTILIZAN PARA EQUIPAR LAS VIAS DEL METRO Y UNA PEQUEÑA PARTE
DE LOS APARATOS DE VIA.

LAS ALAS DEL PERFIL POSEEN TAMBIEN LAS CARACTERISTICAS DEL
PATIN DE RIEL, CON EL FIN DE PERMITIR UTILIZAR EL MATERIAL
DE FIJACION COMUN A LOS DOS PERFILES. (Fig.15).



UN AM	ENEP ARAGON	
	MARGARITO F. PEREZ J.	COTAS: MM.
	PERFIL DE PISTA	ESCALA: 1:1.25
	FIG. 15	FECHA:

SU FUNCION ES LA DE SOPORTAR Y PERMITIR EL RODAMIENTO DEL MATERIAL RODANTE, Y SE ENCUENTRA INSTALADA EN LA PARTE EXTERIOR DE LOS RIELES, PARA LO CUAL, HAY QUE CUIDAR QUE LAS CARAS Y EXTREMOS DE LA MISMA ESTEN EXCENTOS DE CUALQUIER -- DEFECTO QUE PUEDA RESULTAR PERJUDICIAL PARA LOS NEUMATICOS DEL MATERIAL RODANTE.

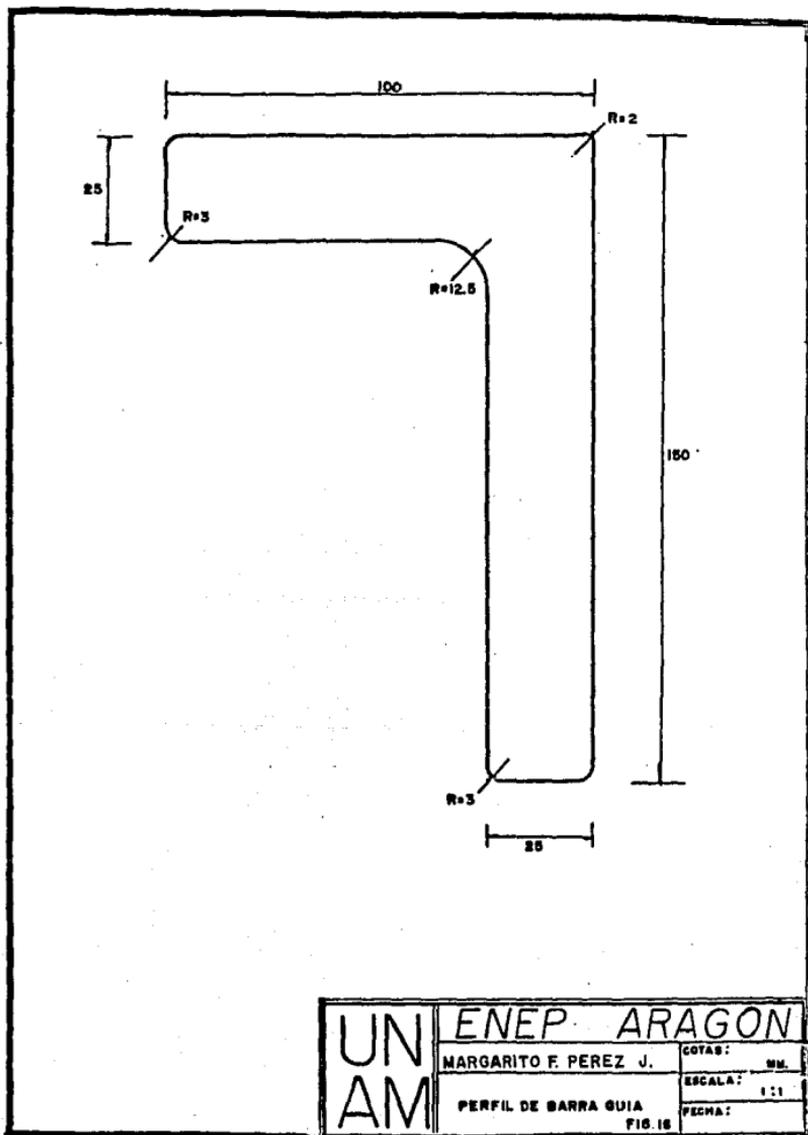
ADICIONALMENTE, A FIN DE EVITAR DIFERENCIAS DE POTENCIAL NEFASTAS PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA SEÑALIZACION RIELES Y PISTAS DE UNA SOLA FILA, SON UNIDAS ENTRE SI POR CONEXIONES ELECTRICAS, LO CUAL PERMITE ADEMAS EL RETORNO DE CORRIENTE DE TRACCION DE MANERA MAS UNIFORME.

II.5. BARRA GUIA.

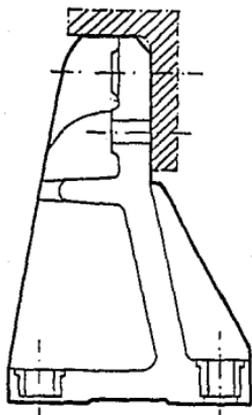
SU FUNCION ES LA DE GUIAR Y PROPORCIONAR LA ENERGIA DE TRACCION NECESARIA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE MATERIAL RODANTE (750 VCD). ESTAS SON FABRICADAS EN UN PERFIL ANGULO DE ALAS DESIGUALES EN TRAMOS DE 18 m. DE LONGITUD. AL IGUAL QUE RIELES Y PISTAS OBTIENE SU CONTINUIDAD AL UNIR TRAMOS DE 18 m. CON SOLDADURA ALUMINOTERMINICA. (Fig. 14).

EL ANGULO DE BARRA GUIA, ES SOPORTADO Y SUJETADO POR LOS AISLADORES MEDIANTE TRES PERNOS SOLDADOS POR EL METODO NELSON Y TRES TUERCAS AUTO FRENADAS. (VER ANEXO 1)

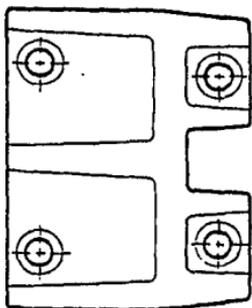
LA SEPARACION ENTRE BARRA GUIA, ES COMO MAXIMO 2.500m. Y COMO MINIMO 2.425 m.



UN AM	ENEP ARAGON	
	MARGARITO F. PEREZ J.	COTAS: MM.
	PERFIL DE BARRA GUIA	ESCALA: 1:1
	FIG. 16	FECHA:



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

UN AM	ENEP ARAGON	
	NOMBRE: MARGARITO F. PEREZ J.	COTAS: SIN
	FIG. No. 17	ESCALA: SIN
	AISLADOR POLYESTER SECCION TIPO	FECHA:

II.6.

AISLADORES.

ESTAN DESTINADOS A SOSTENER Y FIJAR LAS BARRAS GUIA, SON FABRICADOS EN POLYESTER CON ARMADO DE FIBRA DE VIDRIO Y ESTAN CONSTITUIDOS POR UN BLOCK AISLANTE HOMOGENEO CAPAZ DE DAR UN AISLAMIENTO ELECTRICO PERFECTO Y PERMANENTE ATRAVES DEL TIEMPO, A PECAR DE LOS ESFUERZOS MECANICOS Y LAS CONDICIONES FISICAS Y REINANTES A LAS QUE SERA SOMETIDO DURANTE SU UTILIZACION EN VIA O AQUELLAS CONDICIONES QUE PUEBAN PRESENTARSE OCACIONALMENTE (AISLADORES MOJADOS POR AGUAS INFILTRADAS, CARGAS DE SALES, O CORTO CICUITO EN EL AISLADOR INMEDIATO).

EL POLYESTER CON ARMADO DE FIBRA DE VIDRIO ES AUTOEXTINGUIBLE. (Fig.17).

II.6.1. ANALISIS DE RESISTENCIA DEL AISLADOR.

CONSIDERANDO LAS FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE EL AISLADOR Y QUE SON TRACHITIDAD MEDIANTE ESTE A EL ZOCLO, Y TOMANDO LA FUERZA MAXIMA QUE APORTA EL AISLADOR DE 6 TONCLADAS TENEMOS:

WBG. = PESO DE LA BARRA GUIA = 121.2 Kg

Wais. = PESO EL AISLADOR = 13 Kg

Pmax. = CARGA MAXIMA QUE RESISTE EL AISLADOR = 6 TON.

"O" Y "B" = EJES DE CENTRO DE LAS CORREDERAS.

SACANDO LA FUERZA RESULTANTE DE LA CARGA Y LOS PESOS DE LOS ELEMENTOS:

$$R = \sqrt{(WBG. + Wais)^2 + Pmax^2} = \sqrt{(134.2)^2 + (6 \times 10^3)^2}$$

R = 6001.5 Kg ---- 1

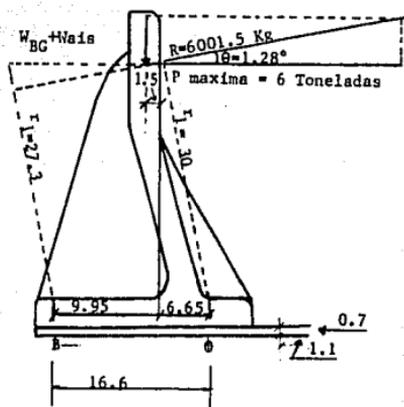


Fig. II.6.2

LOS MOMENTOS PRODUCIDOS POR ESTA FUERZA EN LOS PUNTOS "O" Y "B" SON:

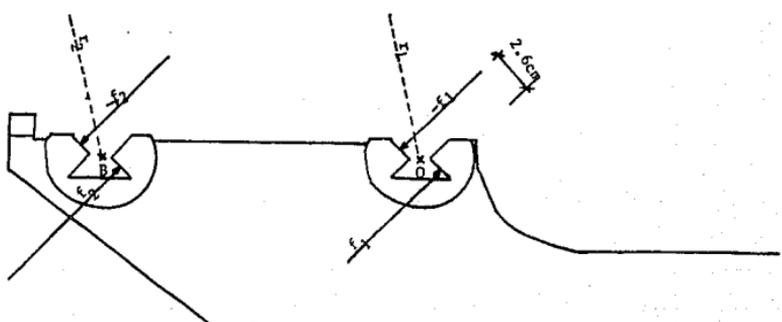


Fig. II.6.2.1

TENEMOS:

DE LA ECUACION DE MOMENTOS:

$$M = F \cdot d \text{ -----} \textcircled{2}$$

$$M_0 = 6001.5 (30) = 180,045 \text{ Kg/Cm} \text{-----} \textcircled{3}$$

$$M_B = 6001.5 (29.3) = 175,843.95 \text{ Kg/Cm} \text{---} \textcircled{4}$$

LOS MOMENTOS QUE HEMOS CALCULADO PUEDEN DESCOMONERSE EN PARES DE FUERZAS, CONSERVANDO LA MAGNITUD Y EFECTO DEL MOMENTO COMO SE PUEDE APRECIAR EN LA FIG. No. II.6.2.1.

DADO QUE CONOCEMOS EL MOMENTO Y AHORA EL BRAZO DE PALANCA ES 1.3 Cm, DESPEJAMOS F DE LA ECUACION: --- $\textcircled{2}$

$$M = F \cdot d \text{ ----} \textcircled{5}$$

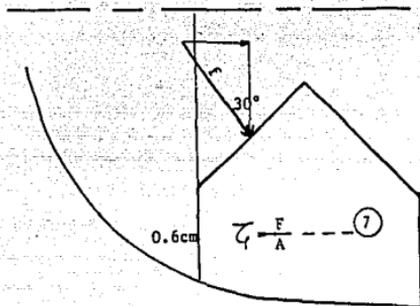
F = M/d SUSTITUIREMOS EL VALOR DE LA ECUACION 3 QUE EL VALOR MAS CRITICO Y TENEMOS.

$$F = 180.045 \text{ Kg-Cm} / 1.3 \text{ Cm} = 138,496.15 \text{ Kg}$$

DEBIDO A QUE EL SISTEMA DE SUJECION CUENTA CON CUATRO TUERCAS, Y ESTAS A SU VEZ CUENTAN CON DOS SUPERFICIES DE APOYO, LA FUERZA SE REPARTE EN OCHO SUPERFICIES, LA FUERZA QUE ACTUA EN CADA SUPERFICIE ES:

$$f = F/8 = 138,496.15/8 = 17,312 \text{ Kg} \quad f = 17,312 \text{ Kg} \text{-----} \textcircled{6}$$

ANALIZANDO LAS CORREDERAS, VEMOS QUE SU PARTE MAS DEBIL SE LOCALIZA EN EL PICO DE 60' GRADOS COMO SE PUEDE APRECIAR EN LA FIGURA.No. II.6.3.



$$f' \cos 30' = 17\ 312 (0.354) = 14\ 992.64 \text{ (Kg)}$$

Dado que son 2 fuerzas las que actúan a lo largo del plano.

$$f' = 14\ 992.64 \times 2$$

$$f' = 29\ 985.28 \text{ (Kg)} \text{ ---- } \textcircled{8}$$

Fig. II.6.3

EL AREA DE LA SECCION ES:

$$A = 0.6 \times 0.5 = 19.5 \text{ cm}^2$$

$$A = 19.5 \text{ cm}^2 \text{ ---- } \textcircled{9}$$

SUSTITUYENDO 8 Y 9 EN 7.

$$\tau = 29,985.28 / 19.5 = 1541.7 \text{ Kg/cm}^2 \text{ ---- } \textcircled{10}$$

EN CONCLUSION EL AREA DE BASE PARA LA FIJACION DE LOS PERNOS EN EL AISLADOR, NOS INDICA QUE LOS ESFUERZOS MECANICOS QUE SE EJERCEN SOBRE LA SECCION DE BASE Y LOS SOPORTES DE BARRA GUIA EN EL PUNTO MAS CRITICO (0.6 cm) SOPORTA UNA FUERZA DE 1541.7 Kg/cm².

SE TIENE DOS TIPOS DIFERENTES DE AISLADOR:

AISLADOR TIPO
TUNEL.

AISLADOR TIPO
SUPERFICIAL.

EN LAS VIAS INSTALADAS EN TUNEL, SE UTILIZAN AISLADORES DE
BARRENOS REDONDOS PARA LA SUJECION DE LA BARRA GUIA.

EL AISLADOR TIPO SUPERFICIAL TIENE LOS BARRENOS OVALIZADOS,
QUE PERMITE UN DESPLAZAMIENTO DE 0.050 m. DE LOS PERNOS DE
SUJECION DE LA BARRA GUIA, PERMITIENDO DESLIZARSE ESTA, SIN
PRODUCIR ESFUERZOS EN LOS AISLADORES.

COMO COMPLEMENTO A ESTE TIPO DE SUJECION DE LA BARRA GUIA,
SE INSTALAN DOS CALZAS DE ACERO INOXIDABLE QUE PERMITEN EL
MOVIMIENTO, SIN PERDER LA DISTANCIA PRINCIPAL QUE DEBE EXIS-
TIR ENTRE LA BARRA GUIA Y EL RIEL.

LOS AISLADORES PARA VIA EN TUNEL Y VIA SUPERFICIAL, SON
INTERCAMBIABLES, ESTOS SE COLOCAN SOBRE ZOCLOS METALICOS DE
DRIDAS LATERALES Y SE FIJAN POR CUATRO TORNILLOS, POR SU
BASE. EL ZOCLO SE FIJA A SU VEZ POR UN TORNILLO PASADO, DE
LA CARA SUPERIOR A TRAVES DEL DURMIENTE, HASTA LA CUERDA DE
LA PIEZA COLOCADA EN LA BASE DE ESTA LLAMADA, "CANDELERO".

II.7.

APARATOS DE VIA.

UN MEDIO DE TRANSPORTE COMO EL METRO, EL CUAL ASEGURA UN TRAFICO IMPORTANTE, NO PUEDE SER EXPLOTADO EFICAZMENTE SI EL MATERIAL RODANTE O VEHICULO NO DISPONEN DE DISPOSITIVOS SIMPLES DE FACIL MANIOBRA QUE LE PERMITAN RECORRER ITINERARIOS DIFERENTES; ESTOS DISPOSITIVOS DEBEN APORTAR LA FLEXIBILIDAD INDISPENSABLE A UN SISTEMA RIGIDO POR NATURALEZA, PERMITIENDO ASEGURAR LOS SERVICIOS ANEXOS (MANTENIMIENTO DE VEHICULOS) Y PREVENIR EFICAZMENTE LOS INCIDENTES DE EXPLOTACION. ESTOS DISPOSITIVOS SON LOS APARATOS DE VIA LOS CUALES ASEGURAN LA CONTINUIDAD DE LA VIA PARA ITINERARIOS DIVERGENTES. (Fig. 19).

LOS APARATOS DE VIA, ESTAN COLOCADOS EN VIA PRINCIPAL, VIA SECUNDARIA, VIA DE ENLACE, ESTACIONES TERMINALES Y TALLERES.

UN APARATO SE DENOMINA POR LA TANGENTE, DEL ANGULO POR LA INTERSECCION DE LOS EJES DE LAS DOS DIRECCIONES DEL APARATO.

EXISTEN APARATOS "TANGENTE 0.12" UBICADOS EN LAS VIAS PRINCIPALES, EN LAS TERMINALES Y EN LAS VIAS SECUNDARIAS, ADEMAS APARATOS TANGENTE 0.20, INSTALADOS EN LAS VIAS DE LOS TALLERES. (VER ANEXO 2).

II.7.1.

LOS ELEMENTOS CARACTERISTICOS DE UN APARATO SON:

PIEZAS MOLDEADAS.

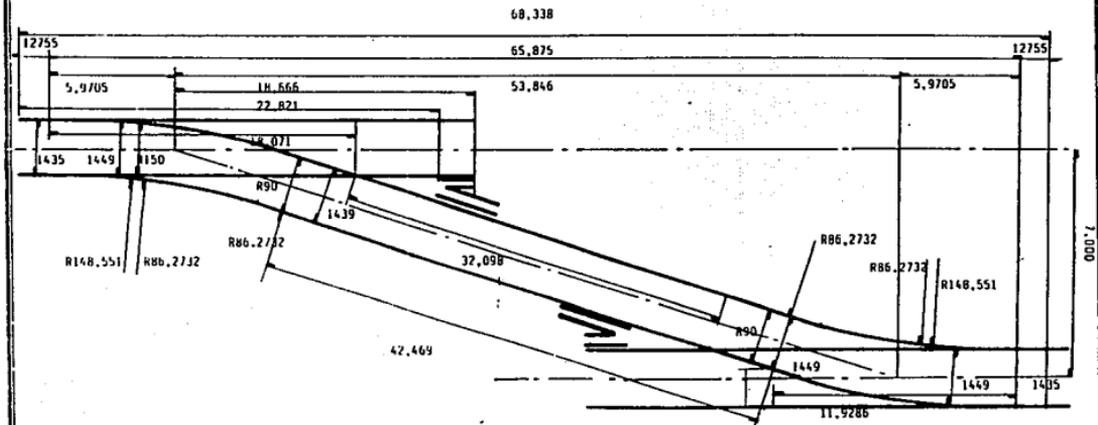
AGUJAS.

CERROJOS.

a) JUNTAS (PUNTA, TALON Y CORAZON).

CONEXION SIMPLE 1g 0.13 ENTRE-AXE 7000 m

ESQUILA DE LAS VIAS DIRECCIONALES.



UN
AM

ENEP ARAGON

MARGARITO F. PEREZ J.
APARATO DE VIA

Cotas: M.M.
Esc: SIN

fig.18

b) RIELES Y PISTAS DE ENLACE.

c) CONTRA RIELES.

OTRA CLASIFICACION DE LOS APARATOS DE VIA, ES POR LA DIRECCION QUE TIENE LA COLOCACION DE ESTE, VISTO DESDE LA PUNTA SIENDO A "DERECHA O IZQUIERDA".

LA ALTURA DE LAS PIEZAS UTILIZADAS EN LOS APARATOS DE VIA VARIA DE 0.140 A 0.1754 m. Y DEBIENDO MANTENER DEL PLANO DE RODAMIENTO A LA BARRA GUIA LA MISMA DISTANCIA. PARA MANTENER LA ZONA DE CONTACTO DE LA BARRA Y DE LAS ESCOBILLAS POSITIVAS DEL MATERIAL RODANTE, SE UTILIZAN DIFERENTES MATERIALES DE MONTAJE DE LOS AISLADORES QUE SOPORTAN LA BARRA Y MANTIENEN COSTANTE ESTA DIMENSION, DISTINGUIENDOSE ESTOS DIFERENTES MONTAJES POR EL ESPESOR DE LA CALZA UTILIZADA EN LA BASE, DESIGNANDOSE LOS MONTAJES POR LOS NUMEROS 1, 2 Y 3.

AGUJAS.

LOS APARATOS TG. 0.13, TIENEN AGUJAS FLEXIBLES, ES DECIR QUE EL TALON DE LA AGUJA ESTA FIJO A LOS DURMIENTES Y EL DESPLAZAMIENTO SE OBTIENE POR FLEXION.

LOS APARATOS TG. 0.20, TIENEN AGUJAS RIGIDAS QUE SE ENCUENTRAN ARTICULAS EN EL TALON.

LOS DOS TIPOS DE AGUJA SE SUJETAN CERCA DE LA PUNTA CON TIRANTES QUE LES DAN SOLIDEZ EN SU DESPLAZAMIENTO Y MANTIENEN EL ESCANTILLON REQUERIDO.

LOS JUEGOS DE AGUJAS PARA UN APARATO DE VIA TG. 0.13, SE COMPONEN DE UNA AGUJA RECTA Y UNA CURVA, LAS AGUJAS TG. 0.20, SON ARTICULADAS, RECTAS Y RIGIDAS, DISTINGUIENDOSE SOLAMENTE EN EL LADO DEL CEPILLADO, PARA SU COLOCACION EN EL APARATO DE VIA.

CERROJOS.

LA SEGURIDAD EXIGE QUE EL APARATO PUESTO EN UNA POSICION DADA SE MANTENGA INMOVIL, EN LA POSICION ELEGIDA DURANTE EL PASO DEL MATERIAL RODANTE.

PARA TAL EFECTO, LOS APARATOS DE VIA DISPONEN DE CERROJOS O SEGUROS QUE INMOVILIZAN LAS AGUJAS.

EXISTEN DOS TIPOS DE CERROJOS:

CERROJO AXIAL.

CERROJO INDIVIDUAL.

EL CERROJO AXIAL, SE INSTALADA EN LOS APARATOS DE VIA PRINCIPAL TOMADOS EN TALON, O EN LOS DE VIA SECUNDARIA, TOMADOS A VELOCIDAD REDUCIDA.

EL CERROJO INDIVIDUAL. ESTE TIPO DECERROJO SE COLOCA EN LOS APARATOS DE VIA, TOMADOS EN PUNTA A GRAN VELOCIDAD.

CAPITULO III

III. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE FIJACION ACTUALES.

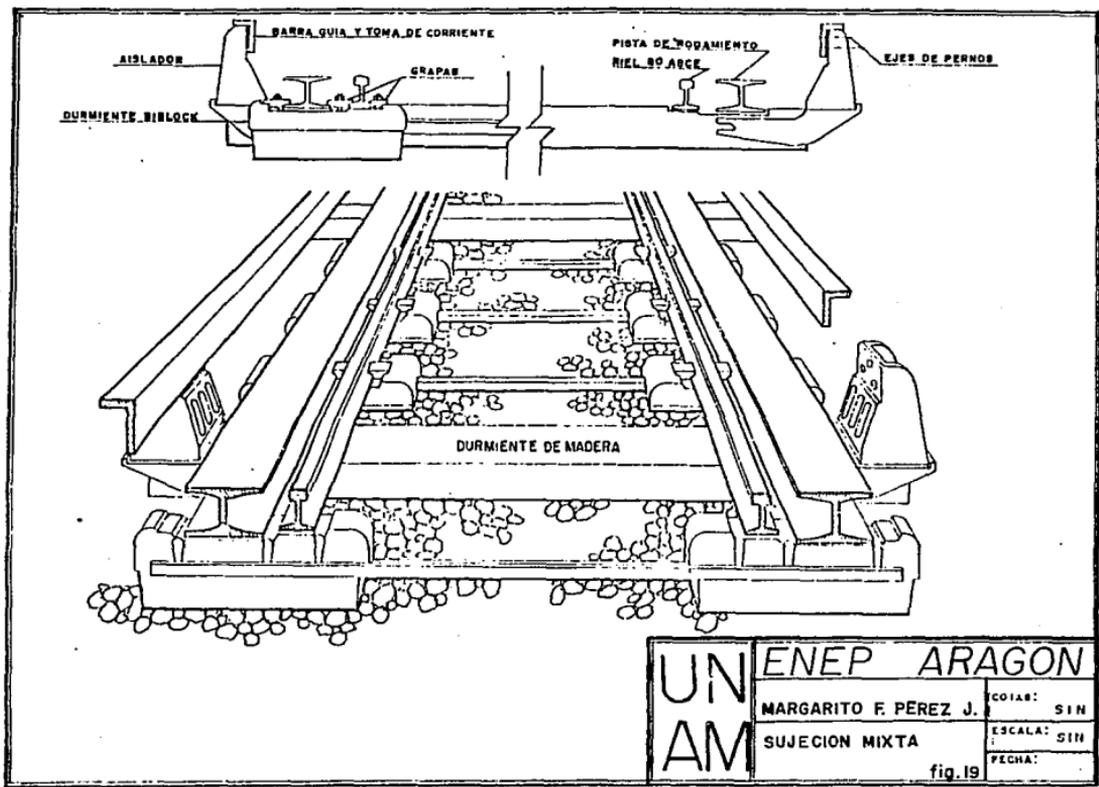
NO ES POSIBLE DAR UNA DESCRIPCION EXHAUSTIVA DE TODOS LOS SISTEMAS DE FIJACION UTILIZADOS. EL TERMINO DE FIJACION DESIGNA EL ENCAMBLE DE TODOS LOS COMPONENTES QUE HAN SIDO RETENIDOS PARA LA FORMACION DE LA VIA, POR LO CUAL NOS LIMITAREMOS POR SIMPLIFICAR LA PRESENTACION CITANDO LOS PRINCIPALES TIPOS DE FIJACION.

ESTAS CATEGORIAS SON LA FIJACION DE VIA SOBRE BALASTO CON DURMIENTE DE MADERA, FIJACION DE VIA SOBRE BALASTO CON DURMIENTE DE CONCRETO POR UN LADO Y FIJACION DE VIA SIN BALASTO POR EL OTRO. (Fig.19).

III.1. FIJACION DE VIA SOBRE DURMIENTE DE MADERA.

EL RIEL Y LA PISTA SON FIJADOS AL DURMIENTE DE MADERA POR TIRAFONDOS.

EL TIRAFONDO PERMITE UNA ADHERENCIA DE LOS PERFILES SOBRE EL DURMIENTE EN UN PRINCIPIO BASTANTE ACEPTABLE, MAS CON EL TIEMPO POR EFECTO DE LAS VIBRACIONES SE PIERDE EL CONTACTO PERFIL TIRAFONDO CON LO CUAL LA CALIDAD DE ADHERENCIA PERFIL DURMIENTE DECRECE, PRESENTANDOSE ADEMAS UNA DETERIORACION EN LOS DARRENOS DEL DURMIENTE DONDE ENTRAN LOS TIRAFONDOS.



LO ANTERIOR SE PODRIA EVITAR MEJORANDO EL SISTEMA RIGIDO DEL TIRAFONDO, MEDIANTE UNA FIJACION ELASTICA ADAPTADA, PARA SEGUIR Y CONTROLAR LOS PERFILES DURANTE SU DESPLAZAMIENTO, MANTENIENDO UN CONTACTO PERMANENTE DE ESTOS CON EL DURMIENTE.

CON LO ANTERIOR, LAS INTERVENCIONES POR MANTENIMIENTO CON RESPECTO AL APRIETE DE TIRAFONDOS SE REDUCIRIA - CONSIDERABLEMENTE.

FIJACION DE LOS AISLADORES.

EL AISLADOR SE COLOCA SOBRE UN ZOCLO DE BRIDAS LATERALES QUE SE SUJETA AL DURMIENTE MEDIANTE UN TORNILLO QUE LE ATRAVIESA Y QUE SE AJUSTA A LA VEZ EN UNA PIEZA LLAMADA CANDELERO.

EL AISLADOR ES FIJADO MEDIANTE CUATRO TORNILLOS AL ZOCLO; ESTOS VAN CADA 3 m. EN TANGENTE Y 1.80 m. EN CURVA.

FIJACION DE LA BARRA GUIA.

LA BARRA GUIA ES COLOCADA SOBRE LOS AISLADORES Y FIJADA A ELLOS MEDIANTE TRES PERNOS SOLDADOS POR EL METODO NELSON; YA MONTADA LA BARRA SOBRE LOS AISLADORES SE PROCEDE A SU AJUSTE.

III.2. FIJACION DE VIA SOBRE BALASTO CON DURMIENTE DE CONCRETO.

LOS DURMIENTES DE MADERA (AZOBE) FABRICADOS EN EL "CAMERUN" EN OCACIONES HAN PRESENTADO LOS SIGUIENTES PROBLEMAS.

LOS DURMIENTES A SU LLEGADA A MEXICO NO CUMPLEN CON LO SOLICITADO EN LA ESPECIFICACION TECNICA.

NO SE RESPETA EL TIEMPO DE SECADO DEL DURMIENTE ANTES DEL EMBARQUE.

LAS FECHAS CONTRACTUALES DE EMBARQUE PARA LOS DURMIENTES HAN SIDO EN OCACIONES RETARDADAS.

DURMIENTES DE MADERA NACIONAL.

DE LAS INVESTIGACIONES REALIZADAS PARA VER LA FACTIBILIDAD DE FABRICAR DURMIENTES DE MADERA NACIONAL EN PUCTE O EN MADERAS VECINAS COMPARABLES AL AZOBE DIO SATISFACCIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA CALIDAD DEL DURMIENTE UNA VEZ SELECCIONADO, EL PRINCIPAL PROBLEMA A RESOLVER ES EL NUMEROSO RECHAZO DE DURMIENTES QUE SE REALIZA POR NO CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES Y POR OTRO LADO LA BAJA EXISTENCIA DE ARBOLES CON EL DIAMETRO SUFICIENTE PARA OBTENER DURMIENTES DE BUENA CALIDAD.

DE LO ANTERIOR SE DEDUCE QUE LA FABRICACION DE DURMIENTES DE MADERA NACIONAL NO PERMITE SATISFACER LAS NECESIDADES PARA LAS EXTENCIONES ACTUALES Y LAS FUTURAS DEL METRO EN LA CIUDAD DE MEXICO.

EN CONSECUENCIA, DESPUES DE CONSTAR QUE EN FRANCIA SE UTILIZAN SIN PROLCHAS EN LA VIA DEL METRO DURMIENTES DE CONCRETO, SE TOMO LA DECISION DE INICIAR LA FABRICACION EN MEXICO DE ESTOS PARA UTILIZARLOS EN SUSTITUCION DE LOS DURMIENTES DE AZODE.

LA FIJACION DEL RIEL Y LA PISTA EN UN DURMIENTE DE CONCRETO ARMADO ES POR NECESIDAD ELASTICA; ESTA SE LOGRA MEDIANTE UN PERNO TIRAFONDO ROSCADO, GRAPAS ELASTICAS QUE A LA VEZ ASEGURAN LA FIJACION VERTICAL Y LA MANTENCION LATERAL; CALZAS AISLANTES DE RIEL Y DE PISTA EN CAUCHO ACANALADO, LAMINAS RESORTE , ETC.

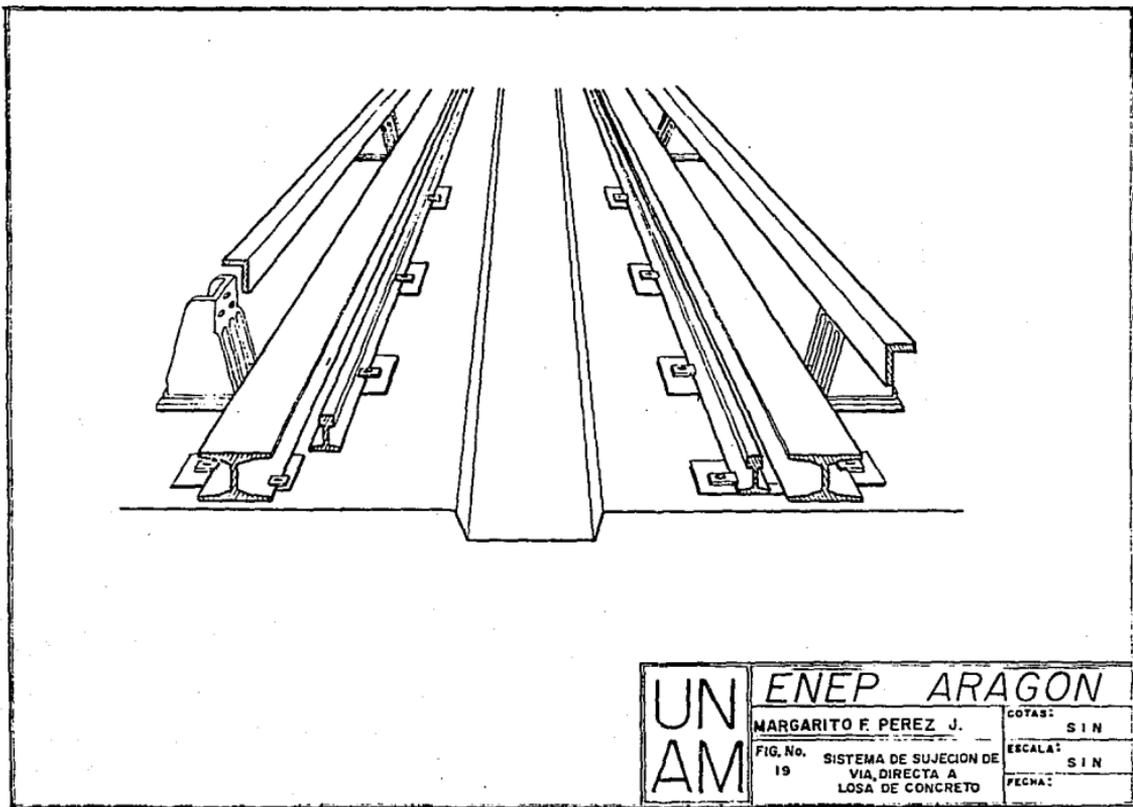
PARA LOS DURMIENTES DE CONCRETO DE AISLADOR, SE TIENE CONTEMPLADO UN MONTAJE DIRECTO DEL MISMO, MEDIANTE CUATRO PERNOS ATRAVES DE CUATRO TUERCAS, AHOGADAS EN CONCRETO.

III.3.

FIJACION DE VIA SIN BALASTO.

UNA CONCEPCION QUE SE HA VENIDO EXTENDIENDO PARA LA FIJACION DE VIA DE METRO ES LA DE FIJARLA DIRECTAMENTE A UNA LOSA DE CONCRETO EN TUNEL.

ESTE SISTEMA DE FIJACION DIRECTA PRESENTA UN SISTEMA INTERESANTE EN LO QUE RESPECTA A LA ELIMINACION DE DURMIENTES, BALASTO Y MANTENIMIENTO CORRESPONDIENTE DE LA VIA, PARTICULARMENTE COSTOSO Y DIFICIL EN TUNEL Y BAJO EL REGIMEN DE TRAFICO INTENSO.



UN AM	ENEP ARAGON		COTAS:	SIN
	MARGARITO F. PEREZ J.		ESCALA:	SIN
	FIG. No. 19	SISTEMA DE SUJECION DE VIA, DIRECTA A LOSA DE CONCRETO	FECHA:	

OTRAS VENTAJAS DE ESTE SISTEMA, SON QUE PERMITE REDUCIR LA SECCION DEL TUNEL A CONSTRUIR, CON UNA REDUCCION DE COSTOS DE CONSTRUCCION Y LA RECOLECCION DE AGUAS DE FILTRACION MAS FACIL, ETC.

EL PRINCIPIO DE FIJACION DE LA VIA SOBRE CONCRETO, ESTA BASADO EN EL ANCLAJE A LA LOSA DE LOS ELEMENTOS DE VIA, SIN DESCUIDAR EL AISLAMIENTO DE LOS MATERIALES CONDUCTORES: RIEL, PISTA Y BARRA GUIA.

LAS PERFORACIONES EN LA LOSA DE PISO PARA LA FIJACION DE LOS MATERIALES DE VIA SE REALIZAN UN VEZ QUE SEAN MARCADO LOS EJES DE LA VIA SOBRE LA LOSA, LAS PERFORACIONES SE HACEN CON AYUDA DE UNA PLANTILLA.

LAS PLANTILLAS PERMITEN HACER LAS PERFORACIONES PARA RIEL Y LA PISTA SIMULTANEAS, DICHAS PERFORACIONES SE REALIZAN CON EQUIPO NEUMATICO; HECHAS LAS PERFORACIONES SE PROCEDE A SOLDAR EL RIEL EN TRAMOS LARGOS, COLOCANDO CELE LOS SISTEMAS DE FIJACION Y AISLAMIENTO. EL CONJUNTO DE SUJECION, ESTA COMPUESTO POR VARILLAS DE FIJACION, CALZAS AISLANTES, CURAS DE NEOPRENO, GRAPAS DE AISLAMIENTO, ARANDELAS PLANAS, ARANDELAS ELASTICAS, Y TUERCAS AUTOFRENADAS.

LAS ANCLAS DE FIJACION SON SELLADAS POR MEDIO DE UN MORTERO EXPANSIVO QUE GARANTIZA LA ADHERENCIA DEL CONCRETO Y LA VARILLA.

LAS CALZAS SON SOPORTADAS POR UN MORTERO ESPECIAL CUYAS CARACTERISTICAS SON ALTA ADHERENCIA Y RESISTENCIA A LA COMPRESION.

LOS AISLADORES SE FIJAN TAMBIEN A LA LOSA DEL PISO.

PARA LOGRAR ESTE OBJETIVO, SE UTILIZAN DOS PLANTILLAS DE PERFORACION ESPECIALES, UNA PLANTILLA FIJA Y UNA PLANTILLA MOVIL EN LA PERFORACION SE COLOCA ANCLAJES CON CONOS DE PLOMO (TAQUETOS CON CUERDA), EL CUAL ES RECALCADO DEL TAL FORMA QUE QUEDA ADHERIDA A LA PARED DEL ORIFICIO; SE LE COLOCA UN TORNILLO SIN CABEZA EL CUAL PERMITE RELLENAR EL ESPACIO EXISTENTE EN EL ORIFICIO, EL RELLENO SE HACE HASTA QUE SE CUERA EL NIVEL DE LOSA.

EL AISLADOR SE COLOCA SOBRE UNA CALZA PERMANENTE CUYO ESPESOR ES DE 0.60 m., CON EL FIN DE QUE QUEDA COLOCADO A LA ALTURA ADECUADA Y ES FIJADO POR CUATRO TORNILLOS DE DIAMETRO 22 x 150 mm. CON AYUDA DE LOS ANCALAJES DE PLOMO.

COMO EN LOS CASOS ANTERIORES, LA BARRA GUIA DESCANSA SOBRE LOS AISLADORES Y SE SUJETA POR MEDIO DE PERNO SOLDADOS EN EL ALA VERTICAL.

III.4.

DESLIZAMIENTO.

SE HA CONSTATADO QUE EN UNA VIA ORDINARIA, LOS RIELES Y EL ENSAMBLE DE LA VIA SE DESLIZA LONGITUDINALMENTE EN EL SENTIDO GENERAL DEL MOVIMIENTO DE TRENES, EL DESLIZAMIENTO PUEDE SER CONTRARRESTADO O AMPLIADO POR CAUSAS LOCALES; PENDIENTES FRECUENCIAS DE FRENADO Y ARRANQUE, ETC. EN LAS PENDIENTES, LA VIA TIENDE A DESPLAZARSE HACIA LO BAJO, SIN IMPORTAR EL SENTIDO DE CIRCULACION.

SE SUELEN DAR A ESTE FENOMENO LAS EXPLICACIONES SIGUIENTES:

a) REPTACION DE LOS PERFILES, DEBIDO A LA DEFORMACION POR REFLEXION BAJO EL PESO DEL MATERIAL RODANTE Y PERDIDA DEL CONTACTO PERFIL-TIRAFONDO-DURMIENTE; COMO ESTE EFECTO NO PUEDE MANIFESTARSE HACIA ATRAS, DONDE EL MOVIMIENTO DE DESLIZAMIENTO ESTA RESTRINGIDO POR LA FRICCION Y LA PRECENCIA DE CARGA POR LO QUE ESTE TIENDE A DESARROLLARSE HACIA DELANTE.

b) LITRACION PARCIAL DE ESFUERZOS DEBIDO A LA DILATACION RESTRINGIDA: LA ONDA DE LEVANTAMIENTO QUE LIBERA POR APROXIMACION UNA PARTE DE LOS ESFUERZOS DE ORIGEN TERMICO, LA VIA SE LEVANTA Y CAE UN POCO DELANTE, DE LA POSICION QUE OCUPADA ANTES DE LA APROXIMACION DEL VEHICULO.

TODO EL PROCESO DE USO Y DESTRUCCION DE LA VIA SE DEBE A LA AUSENCIA DE ELASTICIDAD. EN UNA VIA ESTABLECIDA, EL DURMIENTE ESTA PRACTICAMENTE UNIDO AL BALASTO, RECIBIENDO DE LOS ESFUERZOS DE SOPORTE Y QUIADO DEL MATERIAL RODANTE. PUDIENDO OBSERVARSE QUE ES A NIVEL DE LAS SUJECIONES DONDE LA CONCENTRACION DE ESFUERZOS SE REALIZA.

EN EL METRO COMO EN LAS LINEAS DE FERROCARRIL, LA ADOPTACION DE FIJACIONES ELASTICAS SE GENERALIZA EN LA ACTUALIDAD.

SU PRINCIPIO CONSISTE EN PERMITIR UN LIGERO MOVIMIENTO SIN DISMINUIR LA PRESION QUE SE EJERCE, ES ESTE HECHO LO QUE PERMITE DISMINUIR PRACTICAMENTE EL DESLIZAMIENTO.

LA FIJACION CON SISTEMAS ELASTICOS ES INDISPENSABLE EN
DARRAS LARGAS SOLDADAS, EN LAS VIAS DEL METRO EN TUNEL,
DONDE EL EFECTO TERMICO ES CASI NULO LA FIJACION ELASTICA
OFRECE NUMEROCAS VENTAJAS AL OPONERSE A LA TENDENCIA DE
DESLIZAMIENTO DE LA VIA, PROVOCADA POR EL TIPO DE
EXPLOTACION.

CAPITULO IV

IV. ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE FIJACION.

LA VIA SE CARACTERIZA, POR SU CALIDAD GEOMETRICA, YA QUE TODO DEBERA REALIZARSE PARA OBTENER EL MEJOR COMPROMISO ENTRE ESTE IMPERATIVO Y LA REDUCCION NECESARIA DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO. UNA BUENA VIA PARA MATERIAL NEUMATICO DEBE DETERIORARSE POCO; POR LO CUAL; EL MANTENIMIENTO DE UNA GEOMETRIA CORRECTA DE LA VIA ES MAS FACIL SI EL ASIENTO DE LA MICHA ES ESTABLE Y EL MONTAJE DE LOS ELEMENTOS ES SIMPLE.

UNO DE LOS PROBLEMAS CON QUE NOS ENCONTRAMOS EN MEXICO, ES EL DE LOS ACENTAMIENTOS DEL TERRENO, CON LO CUAL, LOS MOVIMIENTOS RELATIVOS DE LAS ESTRUCTURAS SON INEVITABLES Y AUN CUANDO SE DIERA CON UNA SOLUCION QUE PERMITIERA REDUCIRLAS AL MINIMO; TENDRIAMOS PROBLEMAS DEBIDO A LO ALEATORIO DE LOS HUNDIMIENTOS, YA QUE NO SUCEDEN EN UN LUGAR CONCENTRADO.

POR LO ANTERIOR, NOS ENCONTRAMOS CON QUE SE PUEDEN ADOPTAR DIFERENTES SOLUCIONES, PARA ENCONTRAR UNA O UN CONJUNTO SATISFACTORIO ES NECESARIO, LLEVAR A CABO UNA VIGILANCIA CONSTANTE PARA ASEGURAR Y MEJORAR LA CALIDAD GEOMETRICA DE LA VIA JUNTO CON SU SISTEMA DE FIJACION.

SE PUEDE AFIRMAR QUE LA FIJACION DE VIA SOBRE EL BALASTO ES LA QUE OFRECE UNA SOLUCION CONJUNTA, SATISFACTORIA, POR LA TOLERANCIA QUE ELLA ACEPTA Y POR LA CORRECCIONES RAPIDAS QUE SON POSIBLES EFECTUAR, DEBIDO A QUE SE CUENTAN CON METODOS DE TRABAJO CONOCIDOS Y CON LA HERRAMIENTA ADECUADA.

LA FABRICACION Y EL EMPLEO DE DURMIENTES DE CONCRETO PARA SUSTITUIR LOS DURMIENTES DE MADERA, CONSTITUYEN UNA SOLUCION TECNICA CATORIFICATORIA. LA FABRICACION DE DURMIENTES MONOLITICOS DE CONCRETO NECESITA UN MAYOR CONTROL, ASI COMO LA PUESTA EN SERVICIO DE MEDIOS IMPORTANTES PARA GARANTIZAR LA CALIDAD REQUERIDA, SERA POR LO TANTO, UNA SOLUCION DE COSTO ELEVADO TANTO EN LA INSTALACION COMO EN EL MANTENIMIENTO. ACTUALMENTE ESTAN INSTALADOS EN LAS VIAS DE PRUEBA EN LOS TALLERES ZARAGOZA Y TAXQUEERA ASI COMO EN LINEA CUATRO Y NUEVE.

POR LAS RAZONES APUNTADAS ANTERIORMENTE, SE INDUCE A PENSAR EN REALIZAR UNA COLOCACION DE VIA DE UN TIPO DIFERENTE, APROVECHANDO LOS MATERIALES Y EXPERIENCIAS CONQUE SE CUENTA EN MEXICO.

EN LAS ZONAS QUE SE TENGA UNA CERTEZA DE ESTABILIDAD EN EL TERRENO, PODRIA COLOCARSE VIA CON DURMIENTES DE CONCRETO SOBRE LOSA DEL MISMO MATERIAL, LO CUAL PERMITIRIA REDUCIR LOS COSTOS DE LA OBRA CIVIL, LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO Y DE IMPLANTACION YA QUE LA RIGUROSIDAD QUE SE REQUIERE EN LA GEOMETRIA DE LA LOSA ASI COMO EN LAS PREPARACIONES DISMINUYEN GRADUALMENTE. EL PROBLEMA QUE REPRESENTA LA COLOCACION DEL AISLADOR SE PODRIA REDUCIR MEDIANTE EL USO DE BLOCK ESPECIALES DISEÑADOS PARA ESTE FIN Y AHOGADOS EN EL CONCRETO DE LA LOSA CON LO CUAL SE EVITARIA EL PROBLEMA QUE REPRESENTAN LOS DURMIENTES SOPORTES DE AISLADORES EN CONCRETO. (VER PUNTO III.3).

TAMBIEN SE PUEDEN REALIZAR DIFERENTES VARIANTES EN LOS SISTEMAS YA UTILIZADOS COMO SERIA EL CASO DE LA VIA FIJADA DIRECTAMENTE A LA LOSA DE CONCRETO EN LA CUAL PODRIAMOS UTILIZAR.

a) UN AISLADOR DE NUEVO DISEÑO MAS ALTO.

b) COLOCAR PARA LA FIJACION DEL AISLADOR DOS VARILLAS DE SUJECION Y DOS ANCLAJES DE CONO DE PLOMO.

EN LA ACTUALIDAD, SE TIENE LA POSIBILIDAD DE ESCOGER ENTRE UNA FIJACION DIRECTA SOBRE LA LOSA DE CONCRETO Y LA COLOCACION CLASICA SOBRE BALASTO. LA FIJACION SOBRE LOSA CON RELACION DE LA VIA CLASICA, PUEDE REPRESENTAR CIERTAS VENTAJAS COMO SON:

- GEOMETRIA INVARIABLE DE LA VIA, BAJO RESERVA DE QUE LA LOSA SEA ESTABLE.
- REDUCCION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO.
- ALIGERAMIENTO DEL PESO MUERTO REPRESENTADO POR LA VIA Y REDUCCION DEL ANCHO NECESARIO PARA SU COLOCACION, CON REFERENCIA A LA OBRA CIVIL.

LOS INCONVENIENTES SERIAN:

- COSTO ELEVADO DE LA MODIFICACION PARA SATISFACER NUEVAS EXIGENCIAS DE LA EXPLOTACION.

UN CASO PALPABLE DE ESTA INSTALACION EN LA CUAL LOS ESTUDIOS REALIZADOS LLEVARON A LA CONCLUSION DE INSTALACION DE VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO, ES LA LINEA 2 EN MONTERREY EN LA CUAL LOS ESTADOS DEL TERRENO OFRECEN LA OPCION MAS VIABLE DE INSTALACION.

LA COMPARACION DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS SE MUESTRAN EN LA TABLA SIGUIENTE:

TABLA COMPARATIVA ACERCA DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INSTALACION DE VIA SOBRE BALASTO, CON RELACION A LA INSTALACION DE VIA SOBRE CONCRETO PARA UN MISMO TIPO DE SUELO.

IV.1. CARACTERISTICAS DE LA VIA.

ASPECTOS	SOBRE BALASTO	SIN BALASTO (SOBRE LOSA DE CONCRETO).
GEOMETRIA DE LA VIA	REQUIERE AJUSTES FRECUENTES	AJUSTES ESTABLES
APOYO DE VIA	PERMITE NIVELACIONES	EXIGE LOSA DE PISO PERFECTA-- MENTE NIVELADA.
MANTENIMIENTO	AUMENTA EL COSTO	DISMINUYE EL COSTO.
CARGA HUERTA	AUMENTA EL PESO	DISMINUYE EL PESO.
REPOSICION DE BALASTO	SE REQUIERE A LARGO PLAZO.	NO SE REQUIERE.
LIMPIEZA	REQUIERE INVERSION	MANTENIMIENTO FACIL.
CONSTRUCCION	RAPIDA.	LENTA.
MODIFICACIONES	RAPIDAS	MAYOR TIEMPO.

CAMBIOS DE TEMPERATURA	SE ABSORVEN POR LA ELASTICIDAD DEL BALASTO.	REPERCUTE EN LAS BASES DEL RIEL Y Y PISTA A NIVEL FIJACION.
COSTO DE INSTALACION	MINOR	MAJOR
LAVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	FRECUENTE	NO SE REQUIERE
ASENTAMIENTO DEL TERRENO	FACILMENTE CORREGIBLES	GRANDES DIFICULTADES DE CORRECCION.
DRENAJE	SOBRE LA LOGA	PREVEER DRENAJE POR ENTRE VIA.
VIBRACIONES	MAYOR AMORTIGUACION	MINOR AMORTIGUACION.
IMPACTO	AMORTIGUA Y DISTRIBUYE	REPERCUTE EN LA ESTRUCTURA.
CURVAS	CONDICIONES NORMALES IMPLANTACION	CONDICIONES NORMALES DE IMPLANTACION.
REPOSICION DE MATERIAL AISLANTE.	POCO FRECUENTES	MAS FRECUENTES

FUGAS DE CORRIENTE A TIERRA	NO EXISTEN	HAY POSIBILIDADES
RUIDO	DISMINUIDO POR EL BALASTO	POSIBLE INVERSION ESPECIAL PARA SU DISMINUCION
TRANSMISION DE VIBRACIONES A LAS ESTRUCTURAS	MINIMAS	ORIGINA ESTUDIOS DE TRANSMISION DE VIBRACIONES
MATERIAL RODANTE	MEHORES EFECTOS POR LA AMORTIGUACION DE LOS IMPACTOS	CONDICIONES SIMILARES
INSTALACION DE APARATOS DE VIA	TRADICIONAL	REQUIERE MAYOR ATENCION.

IV..2. INVERSION DE LA FIJACION DE VIA Y DEL MANTENIMIENTO

TAL COMPARACION ES POSIBLE E INTERESANTE TAN SOLO EN LA MEDIDA DONDE LOS FACTORES SEAN COMPARABLES, ES DECIR, EN VALORES RELATIVOS A UNA MISMA RED. DE LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA POR LA R.A.T.P., EN EL METRO DE PARIS, SE PUEDE ESTIMAR QUE LA VIA CON RODAMIENTOS NEUMATICOS SOBRE PLATAFORMA DE CONCRETO ES, ACTUALMENTE LA SOLUCION MAS ECONOMICA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE MANTENIMIENTO.

SE PRESENTA A CONTINUACION LOS VALORES RELATIVOS OBTENIDOS EN PARIS, LOS CUALES REPORTAN LOS COSTOS POR MANTENIMIENTO, TOMANDO COMO UNIDAD LA VIA FERREA SOBRE BALASTO EN TUNEL. (ARCHIVO DE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE VIAS COVITUR, ESCRITO DE CONCRETU)

COSTO DE FIJACION Y MANTENIMIENTO DE LA VIA.

1.- EN FIJACION.

DESCRIBIREMOS CUATRO TIPOS PRINCIPALES DE IMPLANTACION DE VIA.

- a) VIA FERREA SOBRE BALASTO EN TUNEL.
- b) VIA FERREA SOBRE CONCRETO EN TUNEL.
- c) VIA NEUMATICA SOBRE BALASTO EN TUNEL.
- d) VIA NEUMATICA SOBRE CONCRETO EN TUNEL.

TOMANDO EL TIPO DE VIA a) COMO BASE 100, SE OBTIENE LAS PROPORCIONES SIGUIENTES:

- a) 100
- b) 145
- c) 120
- d) 220

ES DE OBSERVAR QUE LA VIA NEUMATICA POSEE UN COEFICIENTE MAS ALTO QUE LA FIJACION DE LA VIA FERREA.

SI SE COMPARAN LAS DOS SOLUCIONES TECNICAS b Y d,

PERMITIENDO OBTENER BUENOS RESULTADOS EN LO REFERENTE A LA
 TRASMISION DE VIBRACIONES, OBTENEMOS:

MATERIAL FERREO	MATERIAL NEUMATICO.
66	100

2.- MANTENIMIENTO.

TOMANDO COMO BASE 100, EL MANTENIMIENTO DE LA VIA TAL COMO
 SE DEFINE EN a, OBTENEMOS LA RELACIONES SIGUIENTES:

- a) 100
- b) 74
- c) 33
- d) 10

SI COMPARAMOS LAS SOLUCIONES b y d, OBTENEMOS:

MATERIAL FERREO	MATERIAL NEUMATICO
416.7	100

SI COMPARAMOS c y d, OBTENEMOS:

VIA SOBRE BALASTO	VIA SOBRE CONCRETO
330.0	100

IV.1.1 VIA SOBRE BALASTO CON DURMIENTE DE MADERA
COSTO DE MAÑO DE OBRA LONGITUD BASE 5 KM.

MARZO 1992

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD POR KM.	CANTIDAD POR INSTALAR.	VIA SOBRE BALASTO COSTO M.R.	OBSERVACIONES
BALASTO EN TUNEL	m ³	\$ 28.525.-	36,090.-	180,485.-	514'844,390.-	SE INCLUYE EL COSTO DEL BALASTO
ABUNDAMIENTO 21%	m ³	28.525.-	7,580.-	37,902.-	108'117,720.-	
INCREMENTO AL PRECIO POR DEPRECIACION DE LA MAQUINARIA.	m ³	285.-	43,677.-	218,387.-	6'224,030.-	
MAQUINADO DE DURMIENTE.	PZA	7,595.-	15,000.-	75,000.-	56'963,260.-	
INCREMENTO AL PRECIO POR DEPRECIACION DE MAQUINARIA	PZA	\$ 6.8	15,000.-	75,000.-	51,000.-	
INSTALACION DE VIA SOBRE BALASTO - RIEL.	MLV	\$ 42,993.-	10,000.	50,000.-	214'968,000.-	INCLUYE LA INSTALACION DE DURMIENTES.
PISTA METALICA	ML	89,677.-	20,000.-	100,000.-	89'677,000.-	
ZOCLO Y AISLADOR	PZA	8,775.-	9,900.-	49,500.-	43'440,210.-	
COSTO TOTAL					1'034'285,500	

FUENTES: ELECTROMETRO, S.A.
ICA-INGENIERIA.

IV.1.2. COSTO MANO DE OBRA - VIA SOBRE BALASTO MIXTA.
(CON DURMIENTE DE MADERA Y DURMIENTE DE CONCRETO)

MAGNITUD BASE 5 KM.

MARZO 1992

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD POR KM	CANTIDAD POR INSTALAR	VIA SOBRE BALASTO COSTO	OBSERVACIONES
BALASTO EN TUNEL 1a CAPA.	m ³	\$ 28,525.-	36,097.-	180,485.-	514'844,290.-	INCLUYE EL COSTO DEL BALASTO
21% ABUNDAMIENTO.	m ³	28,525.-	7,580.-	37,902.-	108'117,720.-	
INCREMENTO AL PRECIO POR UTILIZACION DE MAQUINARIA.	m ³	282.50	43,677.40	218,387.-	6'169,440.-	
MAQUINADO DE DURMIENTES TIPO "S".	PZA.	7,595.-	4,950.-	24,750.-	18'797,870.-	LA DIFERENCIA EN PRECIO DE LOS DURMIENTES ES MAYOR EL COSTO DE UN DURMIENTE DE CONCRETO.
INCREMENTO AL PRECIO POR UTILIZACION DE MAQUINADO.	PZA.	6.80	4,950.-	24,750.-	16,830.-	
INSTALACION DE VIA SOBRE BALASTO EN TUNEL.	MLV	\$ 42,993.-	10,000.-	50,000.-	214'968,000.-	INSTALACION DE DURMIENTES DE CONCRETO Y MADERA.
PISTA METALICA	MLV	8,967.-	20,000.-	100,000.-	89'677,000.-	
ZOCLO Y AISLADOR	ML	\$ 8,775.-	8,900.-	44,500.-	39'052,310.-	
COSTO TOTAL					991'643,460.-	

FUENTES: ELECTROMETRO, S.A.
ICA- INGENIERIA.

IV.3.3 COSTO MANO DE OBRA - VIA SOBRE CONCRETO

BASE 5 KM

MARZO 1992

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD POR KM.	CANTIDAD POR INSTALAR	VIA SOBRE CONCRETO COSTO	OBSERVACIONES
PREPARACION PARA COLADO.	MLV	\$ 50,017.-	10,000.-	50,000.-	250'086,500.-	INCLUYE EL COSTO DEL CONCRETO.
LOSA DE CONCRETO	m ³	88,517.-	20,000.-	100,000.-	885'173,000.-	
PREPARACION PARA CAJA INDUCTIVA.	PZA	37,581.-	.30	150.-	563,720.-	
VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO R I E L	MLV	62,425.-	10,000.-	50,000.-	312'125,000.-	
PISTA METALICA SOBRE CONCRETO	MLV	62,425.-	10,000.-	50,000.-	312'125,000.-	
AISLADOR SOBRE LOSA DE CONCRETO.	PZA	40,000.-	8,900.-	44,500.0	178'000,000.-	
COSTO TOTAL					1,938'073.220.-	

FUENTES: ELECTROMETRO, S.A.
ICA - INGENIERIA.

PESO DE LA VIA

MARZO 1992

	COLOCACION SOBRE BALASTO CON DURMIENTES		COLOCACION DIRECTA A LA LOSA DE CONCRETO
	DE MADERA	DE CONCRETO	
PESO DE LA VIA CORRIENTE PERFILES METALICOS (RIEL, PISTA Y BARRA GUIA)	300 KG	300 KG	300 KG
DURMIENTES	150 KG	275 KG	-
TOTAL POR 1m DE VIA.	455 KG	575 KG	300 KG
PESO DE LA BASE DE LA VIA.			
POR 2 VIAS, ANCHO DE LA PLATAFORMA DE 6.80 m ESPESOR MEDIO .	0.35 M	0.40 m	0.20 m
PESO SOBRE 1m DE LONG.	3,600 KG	4,100 KG	3,000 KG
PESO TOTAL POR 1m. DE ESTRUCTURA PARA 2 VIAS.	4,510 KG	5,250 KG	3,600 KG

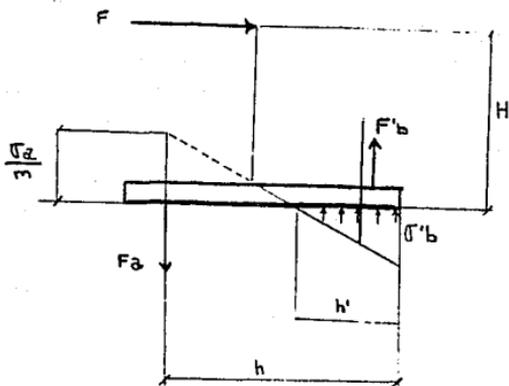
PESO PROMEDIO DEL

CONCRETO. PAG. G - 191. DEL MARKS. 148 lb/pe³ = 2369. Kg/m³.

IV.3. ANALISIS DEL ANCLAJE DEL AISLADOR SOBRE LOSA DE CONCRETO.

CALCULO DE LOS ESFUERZOS EN LA BASE DEL AISLADOR

1.- MODELO MATEMATICO:



$$F_b' = (\sigma_b' * k * h) / 2 \quad \text{Siendo "b" la longitud del zoclo}$$

$$F_a = 2 * W_r * \sigma_a \quad \text{Siendo "W_r" la seccion resistente de un perno de anclaje.}$$

m = coeficiente de equivalencia acero - concreto.

EQUILIBRIO DE LOS MOMENTOS.

Aplicacion en el plano de fuerza Fa :

$$M_{fa} = 0 = F * H - F'b * (h - h' / 3)$$

$$F'b = FH / (h - h' / 3) \quad \text{ó bien} \quad \sigma_b' = 2 FH / bh' (h - h' / 3)$$

Equilibrio de los esfuerzos verticales.

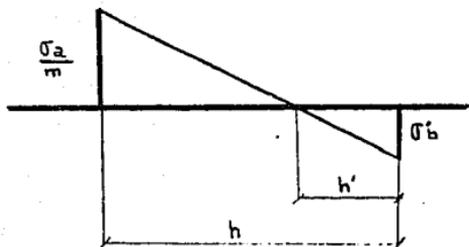
$$F_a = F'_b$$

$$2 \cdot W r \bar{\sigma}_a = \bar{\sigma}'_b * h' / 2 * b$$

$$\bar{\sigma}_a = \bar{\sigma}'_b * h' / 4 W r * b \quad (1)$$

Ecuacion estatica.

$\bar{\sigma}_a / m (h - h') = \bar{\sigma}'_b / h'$ Deducida del esquema siguiente.



$$\bar{\sigma}_a / \bar{\sigma}'_b = m (h - h') / h' \quad (2)$$

De las ecuaciones (1) y (2) podemos concluir.

$$h' b / 4 W r = m (h - h') / h' \quad \text{ó}$$

$$b h'^2 - 4m W r (h - h') = 0$$

$$b h'^2 + 4W r m h' - 4W r m h = 0$$

IV.2.2. - APLICACION.

$$b = 30 \text{ cm.}$$

$$W_r = 3.03 \text{ cm}^2 \text{ (tornillo de diámetro nominal de 22mm).}$$

$$m = 15$$

$$h = 19.9 \text{ cm}$$

1)- determinacion de h'

$$30 h'^2 + 4 * 3.03 * 15 h' - 4 * 3.03 * 15 * 19.9 = 0$$

$$30h'^2 + 181.8h' - 3617.82 = 0$$

$$h' = 8.36 \text{ cm.}$$

2) determinacion de σ'_b

$$\sigma'_b = 2 * F * 36 / 30 * 8.36 * (19.9 - 8.36/3)$$

$$\sigma'_b = 0.0167753 (F)$$

determinacion de σ'_a .

$$3) \sigma'_a = b * 8.36 * 30 / 4 * 3.03 = 36 / 2 * 3.03 (19.9 - 8.36/3) F$$

$$\sigma'_a = .3471325 (F)$$

4) determinacion de F_p

$$F_p = 3.03 * \sigma'_a$$

$$F_p = 1.0518115 (F)$$

IV.2.3. Calculo de las solicitaciones con respecto a una carga comun.

$$F_{dinamica} = 2000 \text{ Kg}$$

$$\sigma'_b = 0.0167753 \times 2000 = 33.55 \text{ Kg / cm}^2.$$

$$\sigma_a = 0.3471325 \times 2000 = 694.26 \text{ Kg / cm}^2.$$

$$F_p = 1.0518115 \times 2000 = 2103.62 \text{ Kg / tornillo.}$$

IV.2.4. Calculo de las solicitaciones con respecto a una carga excepcional.

$$F_{dinamico} = 6000 \text{ kg.}$$

$$\sigma'_b = 0.0167753 \times 6000 = 100 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\sigma_a = 0.3471325 \times 6000 = 2083 \text{ kg/cm}^2.$$

$$F_p = 1.0518115 \times 6000 = 6311 \text{ kg/tornillo.}$$

IV.3 Verificacion del concreto a la compresion. (TOMO IV. PROJET VOIE. R.A.T.P. PARIS)

V.1- Calculo del constreñimiento nominal a la compresion.

-carga comun. $\sigma_b = \alpha \beta \gamma \delta \epsilon \sigma'_n$

σ'_n se asimila a la resistencia a la ruptura por compresion

α es un factor referente a la la clase del cemento empleado.

Sin datos precisos tomaremos $\alpha = 0.9$

* α * es igual a 1 para un cemento de clase 325 es decir un cemento que tenga una resistencia a 28 días de 325 Kg/cm².

β Es un factor correspondiente al control aplicado al concreto.

Para un concreto controlado estrictamente con un numero de cilindros conveniente $\beta = 1$.

Para un concreto controlado de modo atenuado $\beta = 5/6$

δ Se refiere al espesor de la losa con respecto a la dimension del agregado.

Cuando dicho espesor queda mayor a cuatro veces la dimension maxima del agregado. $\delta = 1$.

Por lo contrario $\delta = 1/4 E/D$

ζ depende del genero de la sollicitacion.

$\zeta = 0.30$ para una compresion.

ξ depende del genero de la sollicitacion.

$\xi = 1$ para una compresion.

$$\overline{f'_b} = 0.9 \times 5/6 \times 1 \times 0.30 \times 1 \times f'_n.$$

$$\overline{f'_b} = 0.225 f'_n$$

-carga excepcional:

son los mismos coeficientes excepto ζ .

$$\text{excepcional} = 1.5 \times \zeta$$

$$\overline{f'_b} \text{ excepcional} = 0.3375 f'_n$$

IV.3.1.- Calculo del estreñimiento nominal a tension.

-carga comun:

$$\bar{\sigma}_b = \alpha \beta \gamma \theta \sigma'_n$$

$$\theta = 0.018 + 2.1/\sigma'_n$$

$$\bar{\sigma}_b = 0.9 \times 5/6 \times 1 \times (0.018 + 2.1/\sigma'_n) \sigma'_n$$

$$\bar{\sigma}_b = 0.0135 \sigma'_n + 1.575$$

-carga excepcional:

Son los mismos coeficientes excepto " θ ".

$$\theta_{\text{excep}} = 1.5 \theta_c$$

$$\bar{\sigma}_b = 0.02025 \sigma'_n + 2.36235.$$

IV.3.2.- Verificación del concreto a la compresión.

- carga común "F"

$$\sigma'_b = 0.0167753 F \leq \sigma'_b$$

$$\Rightarrow 0.0167753 F \leq 0.225 \sigma'_n$$

$$\sigma'_n \geq 0.0167753 F / 0.225$$

$$\sigma'_n \geq 150 \text{ Kg/cm}^2$$

-carga excepcional "F" excep.

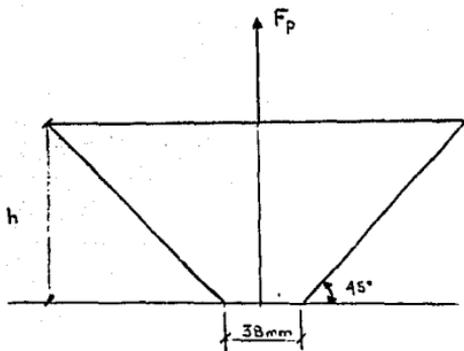
$$\sigma'_b = 0.0167753 F_{\text{excep.}} \leq 0.3375 \sigma'_n$$

$$\sigma'_n \geq 0.0167753/0.3375 F_{\text{excep.}}$$

$$\sigma'_n \geq 300 \text{ Kg/cm}^2.$$

IV.4. Verificación del concreto a la tensión de anclaje.

IV.4.1. Modelo matemático.



La superficie de aplicación de la carga F_p en arranque es:

$$A = \frac{\pi}{\cos 45} (h^2 + 3.8 h) = \frac{\pi}{\cos 45} (8^2 + 3.8 \cdot 8) = 419.4 \text{ cm}^2$$

IV.4.2. Verificación del concreto a la tensión.

-carga común "Fp":

$$A \geq F_p / \bar{\sigma}_b \quad \text{o} \quad \bar{\sigma}_b \geq F_p / A$$

$$F_p = 1.0518115 \times 2000$$

$$\bar{\sigma}_b = 0.0135 \bar{\sigma}_n + 1.575$$

$$\bar{\sigma}_b = 1.0518115 \times 2000 / 419.4$$

$$\bar{\sigma}_b \gg 5.015791607 \text{ Kg/cm}^2$$

$$0.135 \sigma'_n + 1.575 \gg 5.015791607$$

$$\text{por lo tanto: } \sigma'_n \gg 255 \text{ Kg/cm}^2$$

-Carga excepcional "Fp excep"

$$\bar{\sigma}_b \gg 1.0518115 \times 6000/419.4$$

$$\bar{\sigma}_b \gg 15.04737482 \text{ Kg/cm}^2$$

$$0.020225 \sigma'_n + 2.3625 \gg 15.04737482$$

$$\text{por lo tanto: } \sigma'_n \gg 625 \text{ Kg/cm}^2$$

-Carga de prueba a la ruptura:

Por especificacion se indica una carga de prueba a la ruptura de 7000 Kg. (fuente: NORMAS FRANCESAS).

EN ESTE CASO DEBEMOS COMPARAR LA SOLICITACION $\bar{\sigma}_b$ DE TENSION DE ARRANQUE CON LA RESISTENCIA A LA TENSION σ'_n DEL CONCRETO.

$$\sigma_n \neq 7 + 0.06 \sigma'_n \text{ entonces: } 7 + 0.06 \sigma'_n \gg 7000/419.4$$

Calculando la profundidad del anclaje tenemos:

$$A = \pi / \cos 45^\circ (h^2 + 3.8 h)$$

$$\bar{\sigma}_b = 0.020225 \sigma'_n + 2.3625 \text{ y } \sigma'_n = 300 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_b = 8.4375 \text{ kg/cm}^2$$

$$A \geq F_p / \bar{\sigma}_b$$

igualando ecuaciones:

$$h^2 + 3.8 h > \cos 45^\circ \times 1.0518115 \times 6000 / \pi \times 0.4375$$

$$h^2 + 3.8 h - 160.35 > 0$$

$$h = 11.2 \text{ cm}$$

EN CONCLUSION LA APLICACION DE UNA CARCA DE TENSION DE ARRANQUE DE 6000 Kg. REQUIERE PARA SU FIJACION DIRECTA SOBRE LA LOSA DE CONCRETO UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE ANCLAJE DE 11.2 cm.

COMPARANDOLA CON UNA FIJACION TRADICIONAL CON DURMIENTE DONDE LA INSTALACION ES DE 9.5 cm. APRECIAMOS QUE SE REQUIERE UNA PROFUNDIDAD DE INSTALACION MAYOR PARA LOSA DE CONCRETO.

M E T R O P E S A D O

Anclaje del aislador en la losa de vfa.

T A B L E R O R E C A P I T U L A T I V O

Carga aplicada		Resistencia mínima		o b s e r v a c i o n e s
parte superior del aislador	prueba de arrancamiento	límite deducido de la compresión	límite deducido del anclaje	
2000 kg		150 kg/cm ²	255 kg/cm ²	h = 8cm → $\sigma'_{in} \# 250 \text{ kg/cm}^2$
6000 kg		300 kg/cm ²	626 kg/cm ²	h = 8 cm
		300 kg/cm ²	300 kg/cm ²	h = 11.2 cm
	7000 kg		162 kg/cm ²	h = 8 cm

V. ANALISIS DE LAS FALLAS DE FIJACION DE AISLADORES.

V.1. FALLAS REPORTADAS.

LAS FALLAS REPORTADAS EN LA LINEA CONSISTEN EN LA FALTA DE SUJECION DE ALGUNOS DE LOS AISLADORES DE LA DARRA GUIA.

1. DE MANERA FRANCA DONDE SE APRECIA EL DESPRENDIMIENTO DE UNA PARTE DEL CONCRETO DE LA LOSA Y ALREDEDOR DEL AISLADOR, QUE POR LO MISMO REQUIERE DE UN TROQUELAMIENTO, A AMBOS LADOS DEL MENCIONADO ELEMENTO, AGI COMO UNA REPARACION IMPORTANTE, COMO ES LA SUSTITUCION DEL CONCRETO DE FIJACION DEL AISLADOR.

2. DE LA FALLA DE ANCLAJE POR DESPRENDIMIENTO O AFLOJAMIENTO DE LOS PERNOS, EN CUYO CASO PUEDE PROCEDERSE AL CAMBIO DE PERNOS 5 cm. MAS LARGOS O A LA SUSTITUCION DE TODO EL MATERIAL COMO EN EL CASO ANTERIOR.

3. A LA FALLA MAS SIMPLE EN DONDE SOLO SE APRECIA UN AFLOJAMIENTO DE LAS FIJACIONES QUE SON POSIBLES CORREGIR CON UN REAPRIETE DE LOS MISMOS CON EL EQUIPO ADECUADO.

A CONTINUACION SE PRESENTA UNA RELACION DE POSIBLES CAUSAS DE FALLA DE LA SUJECION DE LOS AISLADORES, QUE SE REALIZO CONSIDERANDO TODOS AQUELLOS FACTORES QUE EN UN MOMENTO DADO PUDIESEN SER EL ORIGEN DEL PROBLEMA OBSERVADO EN LAS LINEAS QUE CUENTAN CON EL SISTEMA DE FIJACION DE AISLADORES DE LA VIA A UNA LOSA DE CONCRETO. CADA UNA DE LAS PROPUESTAS VA SEGUIDA DE UN BREVE ANALISIS DE LOS FACTORES RELACIONADOS CON EL PUNTO TRATADO HACIENDO UNA DESCRIPCION DEL FENOMENO

QUE SE PRESENTA.

V.2. POSIBLES CAUSAS DE LA FALLA.

- (1) RESISTENCIA BAJA DEL CONCRETO.
- (2) MANTENIMIENTO DEFECTUOSO (APRIETE DE PERNOS).
- (3) INSTALACION DEFECTUOSA (BARRA GUIA CERRADA O EXCESIVO APRIETE DE LOS TORNILLOS).
- (4) ZOCLOS DE CONCRETO
- (5) AISLADORES CON SEPARACION EXCESIVA.
- (6) VARIACIONES DE TEMPERATURA.
- (7) SUJECION DE LOS AISLADORES CON MATERIALES INCOMPLETOS O INADECUADOS.
- (8) MATERIAL RODANTE DEFECTUOSO, RUEDAS GUIAS CERRADAS O ABIERTAS EXCESIVAMENTE.
- (9) MATERIAL DE RELLENO BAJO CALZA, PREPARACION Y COLOCACION DEFICIENTES.
- (10) COLOCACION DE LOS PERNOS DE ANCLAJE A UNA PROFUNDIDAD INSUFICIENTE.

V.2.1. DEFICIENCIA EN LA CALIDAD DEL CONCRETO.

ANTE LA FALLA DE SUJECION UNA DE LAS PRIMERAS IDEAS QUE SURJEN ES QUE EL CONCRETO SEA EL ELEMENTO QUE ESTA FALLANDO, POR CAUSAS DE UN RESISTENCIA QUE NO CORRESPONDE A LO ESPECIFICADO. EL TIPO DE PROBLEMA ENCONTRADO ES CARACTERISTICO DE UN CONCRETO SOMETIDO A ESFUERZOS DE TENSION Y COMPRESION QUE REBASAN LA CAPACIDAD DEL MATERIAL UTILIZADO.

TOHANDO EN CUENTA LOS REPORTES ELABORADOS POR LOS EQUIPOS DE

CONTROL DE CALIDAD DE LAS RESIDENCIAS DE OBRA Y DE LAS DIFERENTES SUPERVISIONES EN GENERAL, EN DONDE SE MARCA QUE NO SE CUMPLIERON ALGUNOS DE LOS REQUISITOS INDISPENSABLES -- MARCADOS TANTO PARA LOS MATERIALES COMO PARA LOS PRECEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS, SE PROCEDE A UN ESTUDIO MINUCIOSO Y EXHAUSTIVO A FIN DE EVALUAR EL PESO DE ESTA DIFERENCIA CON RESPECTO A TODO EL PROBLEMA QUE SE PRESENTA.

ASI, EN SU "ANALISIS DEL PROBLEMA DE FIJACION DE LOS AISLADORES ANCLADOS DIRECTAMENTE SOBRE CONCRETO" LA BTMI HACE NOTAR TAMBIEN QUE: ALGUNA DE LAS CONDICIONES REQUERIDAS EN LA CALIDAD DEL CONCRETO NO FUERON SATISFECHAS, POR LO QUE AL FALLAR UNA DE LAS 3 CARACTERISTICAS PRINCIPALES (VER EL PUNTO 2.- CONCLUSIONES DEL INFORME DE BTMI) NO SE PUEDE GARANTIZAR LA FIJACION DEL SISTEMA DE ANCLAJE.

ASI MISMO EN EL REPORTE DE UN LABORATORIO DE LA CD. DE MONTREAL SE INDICA QUE EL CONCRETO MUESTREADO ES DE UNA MALA CALIDAD (CEMENTATE FRAGIL).

POR SU PARTE, LA ASESORIA DE SOFRETU COINCIDIO EN CONSIDERAR QUE PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE FIJACION SE REQUIERE DE UN BUEN CONCRETO CON AL MENOS UNA RESISTENCIA DE $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ A FIN DE RESISTIR LOS ESFUERZOS DEL SISTEMA DEL METRO NEUMATICO.

RESUMIENDO:

SE CONSIDERA QUE ES ESTA UNA DE LAS CAUSAS MAS IMPORTANTES, Y DE ACUERDO AL RESULTADO DE EXTRACCION DE CORAZONES, ES DECISIVA EN EL CASO DE LA INTERESTACION BARRANCA DEL MUERTO-MIXCOAC.

V.2.2. MANTENIMIENTO DEFECTUOSO (APRIETE DE LOS PERNOS)

EL SISTEMA DE VIA PROPUESTO SE CARACTERIZA POR REQUERIR DE UN MANTENIMIENTO PRACTICAMENTE NULO. UNA DE LAS TAREAS CONCIENTE EN LA REVISION DEL APRIETE DE LOS PERNOS QUE FIJAN A LOS DIVERSOS ELEMENTOS DE LA VIA.

PARA EL CASO DEL AISLADOR, EN LA OCURRENCIA DE QUE ESTOS NO ESTEN BIEN COLOCADOS Y NO SE CORRIJA ESTE DEFECTO DE ORIGEN, SE TENDRA COMO CONSECUENCIA QUE EL SISTEMA ANCLAJE/CONCRETO SE SOMETA A ESFUERZOS REPETITIVOS DE TENSION Y COMPRESION EXCESIVOS, EL DEFECTO QUE PUEDA ACARREAR TIENE LAS CARACTERISTICAS QUE ACTUALMENTE ESTAN REPORTANDO.

DE ACUERDO CON LAS INDICACIONES DE LA DTMI, LOS AISLADORES BIEN COLOCADOS Y SUJETOS AL CONCRETO CORRECTAMENTE NO REQUIEREN MANTENIMIENTO. ADEMAS LA DTMI INDICA QUE EN EL CASO DE QUE LOS AISLADORES NO HAYAN SIDO BIEN COLOCADOS Y APRIETADOS AL PAR ESPECIFICADO, SE AFLOJAN Y POR LO TANTO SE REQUIERE DARLES MANTENIMIENTO, PERO LA CAUSA DE ELLO SERA UNA MALA INSTALACION O DEFECTOS DE LA LOSA DE CONCRETO.

EL UNICO MANTENIMIENTO QUE DEBE REQUERIR LA VIA FIJADA DIRECTAMENTE AL CONCRETO, ES LA VERIFICACION Y REAJUSTE DEL ESCATILLON DE BARRA GUIA, QUE SI EN EL ORIGEN FUE BIEN REALIZADO Y VERIFICADO; LOS REAJUSTES REQUERIDOS SON MINIMOS (VER PUNTO III.2.).

RESUMIENDO:

NO SE LE CONSIDERA UNA CAUSA PROBABLE DEL PROBLEMA A TRATAR.

U.2.3. INSTALACION DEFECTUOSA, (BARRAS-GUIAS CERRADAS O EXCESIVO APRIETE DE LOS TORNILLOS).

EN ALGUNOS PUNTOS DE LA VIA EN OPERACION (INCLUIDA LINEA 7) SE HA APRECIADO QUE EN LA VIA, BAJO CONDICIONES DE UN MAL AJUSTE DE LAS BARRAS GUIAS SE PRODUCEN ESFUERZOS AL PASO DE LOS TRENES QUE DAN DE MANERA CONSIDERABLE A LOS MATERIALES DE LA VIA. ROTURA DE AISLADORES, PERNOS AUTOSOLDABLES (NCLCON), PERNOS TIRAFONDO, ETC., POR ESTE MOTIVO SE SUPONE QUE EL ORIGEN DE LAS FALLAS PUEDE SER ATRIBUIDO A UNA INSTALACION DEFECTUOSA DE LA BARRA GUIA.

AHORA BIEN, EL GUIADO DE LOS TRENES ORIGINA EN LAS BARRAS GUIAS ESFUERZOS TRASVERSALES QUE VAN DE LOS 600 A LOS 2000 daN, SEGUN QUE ESTOS SE ENCUENTREN RECORRIENDO UN TRAMO TANGENTE EN CURVA. ESTE VALOR CALCULADO Y DEMOSTRADO EN MEDICIONES EN CAMPO, ESTA EN FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS (LIMITES) DE UNA VIA EN SU TRAZO.

PUNTUAL Y EXCEPCIONALMENTE, EN LAS VIAS EN OPERACION SE PUEDE TENER UNA SITUACION DEFECTUOSA QUE OCASIONA ACCELERACIONES TRASVERSALES QUE PUEDEN LLEVAR A ESFUERZOS MAYORES A LOS 6000 daN. DADO QUE EN LAS VIAS SOBRE CONCRETO NO SE SUPONE UNA DEGRADACION DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA, LOS DEFECTOS QUE SE LOCALICEN SERAN DE ORIGEN (DURANTE LA CONSTRUCCION). POR OTRA PARTE, CON LA INFORMACION QUE SE TIENE ACTUALMENTE NO ES POSIBLE EVALUARLOS, YA QUE LOS REGISTROS NO SON CONFIABLES; POR LOS ERRORES QUE SE MARCARON AL REALIZAR LAS MEDICIONES, NO SON CONGRUENTES CON LAS COTAS.

ASI TAMBIEN, LA MAGNITUD DEL PROBLEMA QUE PUEDE ESTAR OCACIONANDO ESTE DEFECTO NO ES POSIBLE CONOCERLO POR EL MOMENTO POR LA MISMA RAZON. ES HACER RECALCAR QUE, GENERALMENTE, ESTE ES UN PROBLEMA LOCAL, POR LO QUE EL PROBLEMA QUE SE ANALIZA NO SE LE CONSIDERA UN FACTOR DE MUCHO PESO.

POR ULTIMO, ES HACER NOTAR LO SEÑALADO POR BTMI, EN EL SENTIDO DE QUE EN LAS ZONAS QUE INSPECCIONARON CONJUNTAMENTE NO SE OBSERVO NINGUN ANCLAJE EN EL QUE SOLO LAS ANCLAS HAYAN CEDIDO. TAL CASO CORRESPONDERIA A UNA ANCLA MAL COLOCADA EN UN DUCN CONCRETO(SUPERIOR A ALOS 250 Kg/cm² SU f'c).

RECOMIENDO:

NO SE CONSIDERA COMO UNA CAUSA RELEVANTE EN EL PROBLEMA ANALIZADO.

V.2.4.

ZOCLOS DE CONCRETO

LA UTILIZACION DE LOS ZOCLOS DE CONCRETO, COMO ALTERNATIVA A LOS DE POLYESTER TIENE SU ORIGEN EN:

* ALTO COSTO DE FABRICACION DEL ZOCLO DE POLYESTER.

*TIEMPO DE FABRICACION MUY GRANDE.

PARA ASEGURAR LA CALIDAD DEL MATERIAL ALTERNO SE PROCEDIO A INSTALAR UNA ZONA DE PRUEBA EN UN TRAMO DE VIA CON OPERACION NORMAL. SIN EMBARGO, SE PROCEDIO A LA SUPRESION DEL MATERIAL EN RAZON DE LA ELEVADA PERDIDA DEL MISMO POR MANEJO DEFECTUOSO Y COLOCACION INADECUADA. CABE HACER NOTAR QUE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO, A UN PERIODO DE 3000 000 DE CICLOS DE CARGA, SE RECIBIO LA APROBACION A LOS MICHOS.

DE VARIAS INSPECCIONES REALIZADA EN AÑOS ANTERIORES SE PUDO CONSTAR LA EXISTENCIA DE FISURAS Y FALTA DE MATERIAL EN LOS ZOCLOS. PARTE MUY IMPORTANTE TAMBIEN REGISTRASDA EN ESTAS INSPECCIONES, ES LA FALTA DE MATERIAL DE RELLENO BAJO LAS CALZAS ASI COMO SU FALTA DE CALIDAD NOTABLE POR EL HECHO DE QUE ESTE MATERIAL SE DISGREGA A LA PRESION DE LA MANO. EN GUMA; ANTE LA PERDIDA DE SUJECION ADECUADA, CONSIDERANDOSE QUE ESTE DEFECTO GENERALMENTE SE INDICA EN EL MATERIAL DE RELLENO Y CONTINUA ATRAVES DE LOS ZOCLOS, PUDIENDO LLEGAR EN ULTIMO DE LOS CASOS AL CONCRETO DE LA LOSA. SIN EMBARGO LAS FIJACIONES HAN FALLADO TANTO EN ZOCLOS DE CONCRETO COMO EN ZOCLOS DE POLYESTER. ..

RESUMIENDO:

PARA EL PROBLEMA QUE SE ANALIZA, NO SE CONSIDERA QUE HAYA INFLUIDO SENSIBLMENTE LA UTILIZACION DE ZOCLOS DE CONCRETO.

V.2.5. AISLADORES CON SEPARACION EXCESIVA.

AL REALIZAR LA REVISION DE LA LINEA PARA CONOCER LA MAGNITUD DEL PROBLEMA, SE APRECIO QUE UN PORCENTAJE DE LAS FALLAS SE LOCALIZABAN EN TRAMOS DE TANGENTE, LUGAR EN DONDE LA SEPARACION ENTRE CADA UNO DE LOS AISLADORES SE TIENE A CADA 3 METROS, EN TANTO QUE EN LAS CURVAS CON ($R=500m$), ESTE ESPACIO ES DE 1.80 m.

ES NECESARIO HACER NOTAR QUE EL CALCULO DEL ESPACIAMIENTO DE LOS AISLADORES ESTA ENFOCADO A UBICARLOS A LA MAYOR DISTANCIA POSIBLE PARA REDUCIR LOS COSTOS DERIVADOS DE LA CANTIDAD POR COLGAR, EL EFECTO QUE TIENE LA MAYOR O MENOR

DISTANCIA ENTRE ESTOS ELEMENTOS REPERCUTE DIRECTAMENTE EN EL COMPORTAMIENTO DE LA BARRA GUIA COMO CONSECUENCIA DE LOS ESFUERZOS QUE SE GENERAN SOBRE ESTOS PERFILES, ENCONTRÁNDOSE ASÍ QUE LAS DEFORMACIONES (FLECHAS) ELÁSTICAS QUE PRESENTA, LLEGAN ALCANZAR VALORES DE ENTRE 4.5 A 7 mm., EN TANTO QUE EL VALOR DE LOS ESFUERZOS RESSENTIDOS POR LOS SOPORTES DEPENDERÁ ÚNICAMENTE DE LOS GENERADORES POR EL CRUCE DE LOS TRENES QUE CIRCULAN, EN UNA SECCIÓN DETERMINADA DE LA LÍNEA (TANGENTE O CURVA R (500 METROS, VER III.1.)). CONDICIONES YA PREVISTAS AL REDUCIR EL ESPACIAMIENTO EN CURVAS A FIN DE PREVER LAS CONDICIONES DE INSUFICIENCIA DE PERALTE (+ o -).

RESUMIENDO:

LA APARENTE VARIACION DEL ESPACIAMIENTO ENTRE AISLADORES NO INFLUYE EN LOS DEFECTOS ENCONTRADOS EN LAS LINEAS, YA QUE LAS CONDICIONES CRÍTICAS DE OPERACION SE PRESENTAN EN CURVA, EN TANTO QUE LOS DEFECTOS DE LA FIJACION APARECEN EN SU MAYOR PARTE EN TANGENTE.

V.2.6.

VARIACIONES DE TEMPERATURA.

PARA LAS VIAS EN TRAMOS EXPUESTOS A LA INTemperIE, YA SEA EN SUPERFICIE O EN TRAMO ELEVADO, SE HA PREVISTO TENER DISPOSITIVOS QUE PERMITAN DISIPAR LOS ESFUERZOS GENERADOS POR LA DILATACION Y CONTRACCION DEBIDA A LAS GRANDES VARIACIONES DE LA TEMPERATURA (DEL ORDEN DE 40°C).

DADO QUE LAS VIAS EN TUNEL NO CUENTAN CON LOS APARATOS DE DILATACION ANTES MENCIONADOS, PREVIENDO QUE LA VARIACION DE

LA TEMPERATURA LLEGA A VALORES LO SUFICIENTEMENTE GRANDES COMO PARA GENERAR ESFUERZOS QUE AFECTEN LA VIA, SE INDICO ECTO COMO LA CAUSA DE LA RUPTURA. SIN EMBARGO, DE UNA REVISION DE DATOS RECABADOS EN MEDICIONES DIRECTAS EN L-2, L-3, Y L-7 EN DIVERGAS EPOCAS DEL AÑO, Y HECHAS A LO LARGO DE LA LINEA, SE PUDO CONSTAR QUE ESTAS VARIACIONES VAN DE 5' A 7'C PARA EL PERIODO DIARIO Y HASTA 9'C EN UN PERIODO VERANO-INVIERNO. DEL CALCULO HECHO DE LOS ESFUERZOS GENERADOS SE PUDO APRECIAR QUE ESTOS NO SON LO SUFICIENTEMENTE GRANDES COMO PARA INDUCIR LAS FALLAS APRECIADAS EN LAS LINEAS COMO LOS PROBLEMAS DE QUE SE TRATA.

ASIMISMO, EN CASO DE FUERZAS GENERADAS EN LOS AISLADORES POR EFECTOS DE DILATACION Y CONTRACCION DE LA BARRA GUIA, DEBERIAN PRESENTARCC ESTAS FALLAS EN ZONAS PUNTUALES Y CARACTERISTICAS DE LA LINEA, ADEMAS QUE DEBERIAN FALLAR LOS AISLADORES Y NO SUS FIJACIONES.

ESTA CAUSA FUE DESECHADA EN EL ANALISIS DEL PROBLEMA DE LAS SUJECIONES DE LOS AISLADORES.

V.2.7. SUJECIONES DE LOS AISLADORES CON MATERIALES INCOMPLETOS O INADECUADOS.

DADO QUE EL PROBLEMA SE CARACTERIZA POR LA FALTA DE SUJECION, CON DETERIORO EN DIVERSOS GRADOS EN LOS MATERIALES, UNA DE LAS PROPUESTAS SE REFIERE PREZIGAMENTE A CONSIDERAR QUE EL AFLOJAMIENTO SEA COMO CONSECUENCIA DE QUE AL INCTALARSE LA VIA SE HAYA INCURRIDO EN LA SUPF.ESION DE

ALGUNOS ELEMENTOS TALES COMO CONJUNTO DE PLOMO, ANDELA DE PRESION, O QUE LOS MATERIALES UTILIZADOS NO CORRESPONDEN A LO ESPECIFICADO EN LOS INSTRUCTIVOS: ESTO OCACIONARIA QUE EL SISTEMA DE FIJACION SE AFLOJARA AL PASO DE LOS TRENES.

DE LA REVISIONES HECHAS A LA DOCUMENTACION EXISTENTE SOBRE LA CONSTRUCCION DE LA VIA, POR LOS DIVERSOS PARTICIPANTES DEL COMITE (PARA EL ANALISIS DE LAS FALLAS EN LAS SUJECCIONES EN L-7), NO SE HAN ENCONTRADO POR EL MOMENTO REPORTES O NOTAS EN LOS CUALES SE INDIQUE QUE HAYAN PRODUCIDO DEFECTOS DE ESTA INDOLE, MOTIVO POR EL CUAL NO SE CONSIDERA ESTA CAUSA UNA DE LAS QUE HAYA ORIGINADO EL PROBLEMA EN CUESTION.

POR OTRA PARTE Y CONFORME A LO OBSERVADO Y SUSTENTADO POR REPORTES DE CAMPO DURANTE LA CONSTRUCCION DE LAS VIAS EN LA LINEA-6, ESTE TIPO DE FALLA SI SE TIENE.

V.2.2. MATERIAL RODANTE DEFECTUOSO, RUEDAS GUIAS CERRADAS O ABIERTAS EXCESIVAMENTE.

COMO SE SEÑALA EN PARRAFOS ANTERIORES, EL GUIADO DE LOS TRENES DEL METRO SE REALIZA AL APOYAR LOS NEUMATICOS DE GUIADO EN LA VIA QUE CONFORMAN LOS PERFILES EN ANGULO, GENERANDOSE UN CIERTO NUMERO DE ESFUERZOS POR LA INTERACION DE ELLOS AL DEZPLAZAMIENTO DEL TREN, LAS CONSIDERACIONES EN ESTE CASO ES EN EL SENTIDO DE QUE LAS MENCIONADAS RUEDAS DEL GUIADO AL ESTAR FUERA DE SU POSICION CORRETA GENEREN ESFUERZOS CONTINUOS O ALTERNADOS AL ESTAR ABIERTAS O CERRADAS EXCESIVAMENTE.

ESTE TIPO DE SITUACION NO ES POSIBLE EN PRINCIPIO, YA QUE POR LAS CONDICIONES DE MONTAJE DE LAS RUEDAS GUIAS NO SE ADMITE UNA POSICION FUERA DE LAS INDICADAS EN EL CALCULO DEL AJUSTE DE LAS BARRAS GUIA.

POR OTRA PARTE, LOS ESFUERZOS QUE PUEDEN ORIGINARSE POR EL DESPLAZAMIENTO DEL CONJUNTO DE BOGIES QUEDAN INCLUIDOS Y HAN SIDO VERIFICADOS POR MEDICIONES DIRECTAS EN CAMPO DENTRO DE LOS ESFUERZOS DE ENTRE 600 A 2000 daN A QUE SE VE SOMETIDA LA VIA. EN CONSECUENCIA ESTA CAUSA PROBABLE NO SE CONSIDERA EN EL ANALISIS DEL PROBLEMA.

V.2.7. MATERIAL DE SELLAMIENTO Y DE RELLENO BAJO CALZA, PREPARACION Y COLOCACION DEFICIENTE.

DADO QUE EL PROBLEMA SE CARACTERIZA POR LA FALTA DE SUJECION DE LOS ELEMENTOS DE FIJACION, UNA DE LAS IDEAS PROPUESTAS SE REFIERE PRECISAMENTE A CONSIDERAR QUE EL AFLOJAMIENTO INICIAL SEA COMO CONSECUENCIA DE LA FALTA DE RELLENO, A LA MALA COLOCACION, O A LA MALA CALIDAD DEL PRODUCTO.

DE LAS REVISIONES HECHAS A LA DOCUMENTACION EXISTENTES SOBRE LA CONSTRUCCION DE LA VIA, SE HAN ENCONTRADO REPORTES SOBRE LA DEFICIENCIA EN LA PREPARACION DE LAS MEZCLAS Y DE LA UTILIZACION DE AGUA CONTAMINADA, TANTO PARA LA PREPARACION COMO PARA LA LIMPIEZA DE LA LOSA ANTES DE COLOCAR EL MATERIAL DE RELLENO; LA INEXISTENCIA DE UN CONFINAMIENTO ADECUADO (CIMBRA) OCASIONA QUE AL FRAGUAR E IR ADQUIRIENDO RESISTENCIA, EL MATERIAL SE EXPANDA Y PIERDA RESISTENCIA EN CONSECUENCIA.

TAMBIEN SE HA ENCONTRADO DESPRENDIMIENTO DE ESTE MATERIAL DE RELLENO BAJO CALZA, QUEDANDO HUCCOS, Y OCACIONANDO QUE NO SE TENGA UNA BUENA SUPERFICIE DE APOYO BAJO CALZA, Y QUE EL AISLADOR AL PASO DE LOS TRENES PROVOQUE UN ESFUERZO MAYOR (NO CUANTIFICABLE), TAMBIEN OCACIONA EL AFLOJAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE SUJECION. ADEMÁS, EN INSPECCION DE OBRA, SE HA ENCONTRADO QUE EL MATERIAL DE RELLENO BAJO CALZA SE DISGREGA A LA PRESION DE LA MANO, DENOTANDO BAJA CALIDAD POR LA FABRICACION DEFICIENTE DEL MISMO.

LA MAGNITUD DE LA INFLUENCIA QUE TIENE ESTA CAUSA EN EL PROBLEMA PUEDE SER DETERMINANTE, DADO QUE EL PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DEL MORTERO ES DIFICIL DE CONTROLAR Y NO EXISTEN DATOS AL RESPECTO.

V.2.10. COLOCACION DE LOS PERNOS DE ANCLAJE A UNA PROFUNDIDAD INCUFICIENTE.

COMO YA SE HA DICHO, LA FALLA DEL CONCRETO MUESTRA QUE ESTE NO HA SIDO CAPAZ DE SOPORTAR LOS ESFUERZOS DE TENSION Y COMPRESION GENERADOS AL PASO DE LOS TRENES.

POR OTRA PARTE SE SABE QUE LA DISTRIBUCION DE ESTOS ESFUERZOS ES SEGUN UN CONO CUYAS CARACTERISTICAS, ANGULO Y ALTURA MINIMA SON CONOCIDAS. LA CONSIDERACION EN ESTE CASO ES DE QUE LA PROFUNDIDAD A QUE SE COLOCARON LOS ANCLAJES DE PLOMO NO FUE LO SUFICIENTE COMO PARA QUE EL CONCRETO TRABAJARA DE MANERA QUE PUDIERA SOPORTAR LOS ESFUERZOS QUE RECIBE LA VIA.

PARA EL CASO DE LINEA 7 SE PUDO APRECIAR LO SIGUIENTE:

(a) LA PROFUNDIDAD INDICADA EN EL PROYECTO ES ACEPTABLE PARA LOS ESFUERZOS QUE NORMALMENTE TRABAJA LA VIA.

(b) LA COLOCACION DE LOS CONOS DE PLOMO SE REALIZO, EN GENERAL, SEGUN LO MARCADO EN EL PROYECTO.

EN EL CASO DE LA LINEA 6, LA REDUCCION DE HASTA 50 mm, EN LUGAR DE LOS 100 mm ORIGINALES, OCACIONA QUE EL CONCRETO EN ESTAS ZONAS FALLE POR EL EFECTO NORMAL DE PASO DE LOS TRENES; POR OTRA PARTE EL SISTEMA PRESENTA INDICIOS DE UNA COLOCACION DEFECTUOSA QUE INCIDE EN LA FALTA DE AGARRE DEL CONO DEL PLOMO AL CONCRETO, ESTA COLOCACION ANORMAL FUE PRECISADA EN LA SERIE DE REPOTES Y ADECUACIONES REALIZADAS EN LA OBRA POR EL PERSONAL ENCARGADO DE LA INSTALACION DE LA VIA.

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DADA LA PROBLEMATICA DE TRANSPORTACION ACTUAL EN LAS CIUDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA, Y AUN MAS EN LA CIUDAD DE MEXICO, ES NECESARIO CONTAR CON UNA RED DE TRANSPORTE EFICIENTE, CONFORTABLE, RAPIDA Y ECONOMICA, QUE PERMITA DISMINUIR EL USO DE VEHICULOS PARTICULARES.

EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (METRO) ES UNA ALTERNATIVA VIABLE, ADEMAS DE REDUCIR LA CONTAMINACION Y EL GASTO DE ENERGETICOS, PERO PARA LOGRAR LA EFICIENCIA DEBE DE EXISTIR UNA INTERACCION CONSTANTE ENTRE LAS DIFERENTES ESPECIALIDADES QUE TRABAJAN PARA ELLO (DADA LA COMPLEJIDAD DEL PROYECTO) PARA REDUCIR AL MAXIMO LOS CONSUMOS Y A LA VEZ ASEGURAR LA OPERACION DE LAS LINEAS.

DENTRO DE ESTOS CONCEPTOS SE INTEGRA COMO UNA PARTE FUNDAMENTAL LA IMPLANTACION Y FIJACION DE VIAS QUE COMO YA SE REVISO ANTERIORMENTE SE HAN VENIDO DESARROLLANDO DIFERENTES SISTEMAS CON EL COMPROMISO DE OPTIMIZAR LOS MATERIALES Y EL CONFORT EN EL USO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO.

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1.

CONCLUSIONES.

DE LA REVISION DE TODA LA DOCUMENTACION RECABADA ACERCA DEL PROBLEMA SUSCITADO CON LA FIJACION DE LA INSTALACION DE VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO QUE HA REPERCUTIDO EN LA DECISION DE INSTALAR EN EL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO ESTE TIPO DE INSTALACION DE VIA SE APRECIA LO SIGUIENTE:

1. EL PROBLEMA BASICO HA SIDO QUE LA RESISTENCIA QUE DEBIA TENER EL CONCRETO NO SE ALCANZO ($f'c=300$ Kg/cm²), LAS RAZONES HAN SIDO :

(a) LA DEGRADACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONCRETO DURANTE EL PROCESO DE COLOCACION Y/O MANEJO.

(b) AUTORIZAR LA DESVIACION DE LA ESPECIFICACION TECNICA ACEPTANDO UN DECREMENTO DEL 33 % DEL VALOR DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO (PASO DE 300 Kg/cm² A 200 Kg/cm²). ESTO SE REALIZO CON BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS DE PERFORACION Y ARRANQUE EN LA LOSA DE FIJACION. DICHS TRABAJOS FUERON REALIZADOS POR GEOSISTEMAS, S.A. Y SUS REPORTES FUERON EN ESTE SENTIDO.

(c) PROBLEMAS EN LA COLOCACION DEL CONCRETO, YA QUE LOS REPORTES DE CILINDROS DE PRUEBAS DE LOS CONCRETOS DE PIE DE OLLA SI DAN LA RESISTENCIA DE $f'c$ 200 Kg/cm², PERO LOS REPORTES DE LOS CORAZONES EXTRAIDOS DE LA LOSA DE CONCRETO DAN UNA RESISTENCIA BASTANTE MENOR.

(d) PROFUNDIDAD INSUFICIENTE DE LOS ANCLAJES DE FIJACION.

PARA ESTO MI PROPUESTA SE BASA EN LA INSTALACION DE VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO YA QUE ADEMAS DE QUE ESTE SISTEMA SE ENCUENTRE OPERANDO CON UN ALTO NIVEL DE CONFIABILIDAD Y EFICIENCIA EN PARIS CANADA Y MEXICO EN LAS LINEAS 6 y 7 EN EL DISTRITO FEDERAL Y ADOPTADO PARA LOS PROYECTOS DE LA LINEA 1 Y LA LINEA 2 EN CONSTRUCCION EN LA CIUDAD DE MONTERREY. A SIDO OLVIDADA PARA SU IMPLANTACION DE UNA MANERA PERMANENTE EN DONDE LAS CONDICIONES DE TERRENO Y CONDICIONES TECNICAS LO PRECISEN, EL OLVIDO EN QUE HA CAIDO ESTE TIPO DE IMPLANTACION SE HA GENERADO DE LAS FALLAS REPORTADAS PARA LAS FIJACIONES DE AISLADORES PRINCIPALMENTE PARA EL SISTEMA DE IMPLANTACION DE VIA EN LOSA DE CONCRETO DE LAS CUALES SE RESUME EL ANALISIS EN EL CAPITULO V.SIN TOMAR EN CUENTA QUE EL MANTENIMIENTO TIENE UN PUNTO MUY IMPORTANTE EN TODO PROYECTO A REALIZAR, DE LO CUAL COMO SE VIO EN EL PUNTO IV.2, PARA LOS DOS SISTEMAS DE IMPLANTACION YA SEA VIA CONVENCIONAL O SOBRE LOSA DE CONCRETO, EL COSTO EN MANTENIMIENTO REPRESENTA UN 200% MAS DE INVERSION PARA EL PRIMER SISTEMA QUE PARA EL DE LOSA DE CONCRETO.

DE LA REVISION DE TODA LA DOCUMENTACION RECABADA ACERCA DEL PROBLEMA SUCITADO CON LA FIJACION DE LA INSTALACION DE VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO QUE A REPERCUTIDO EN LA DECISION DE INSTALAR ESTE TIPO DE SISTEMA PODEMOS DECIR QUE SE DEBE MEJORAR Y ADEMAS SON ABSOLUTAMENTE NECESARIOS:

PRIMERO: -ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS BIEN DESARROLLADOS Y EJECUTADOS

SEGUNDO: -CALIDAD EN LA SUPERVISION DE INSTALACION DE MATERIALES
Y MAYOR CONTROL DE CALIDAD DE LOS MISMOS.

TERCERO: -EMPLEO DE MANO DE OBRA CALIFICADA.

EL ALCANCE DE ESTE TRABAJO ES PROPORCIONAR UN PANORAMA GENERAL DE
LOS PRINCIPALES ASPECTOS QUE INTERVIENEN EN LA INSTALACION DE
VIAS DE UNA LINEA DE TRANSPORTE COLECTIVO ELECTRICO, POR LO TANTO
LA RECOMENDACION PRINCIPAL SERIA EMPLEARLO COMO UNA BASE PARA
FUTUROS ESTUDIOS FORMALES DE CADA UNA DE LAS DISCIPLINAS QUE EN
EL AFAN DE CONOCIMIENTOS BASE SE DEBE DE INTERVENIR.

RECOMENDACIONES RECAPITULATIVAS

LAS RECOMENDACIONES SIGUIENTES BASAN LA POSIBILIDAD DE MEJORAR EN
EL FUTURO LA INSTALACION DE VIA SOBRE LOSA DE CONCRETO EN NUESTRA
CIUDAD O EN CUALQUIERA DE LA REPUBLICA MEXICANA QUE PREVEA ESTE
TIPO DE TRANSPORTE, BASANDOSE EN LAS EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS Y EL
AVANCE TECNOLÓGICO QUE SE DESARROLLA DIA A DIA EN NUESTRO PAIS.

A MEJORAR LAS ESPECIFICACIONES DE COVITUR EN CONSTRUCCION Y ASI
MISMO HOMOLOGAR CON LOS FABRICANTES DE CONCRETO SUS
ESPECIFICACIONES QUE CUMPLAN CON LOS ESFUERZOS NECESARIOS PARA
UNA FIJACION DE BUENA CALIDAD ($f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$).

B) INCREMENTAR LA LONGITUD DE LOS PERNOS DE ANCLAJE EN 200mm A FIN DE INCREMENTAR EL "CONO RESISTENTE" GARANTIZANDO UNA MAYOR SEGURIDAD CON ESTA MEDIDA.

C) TOMAR LAS MEDIDAS QUE GARANTICEN LA EJECUCION CORRECTA DE LAS INDICACIONES DEL PROYECTO DE UNA MANERA GENERAL SE DEBE ATENDER :

- CALIDAD DE LOS MATERIALES.
- PERSONAL CALIFICADO, Y EN NUMERO SUFICIENTE PARA CADA UNO DE LOS TRABAJOS
- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION APEGADOS A LAS ESPECIFICACIONES QUE RIGEN PARA LA CONSTRUCCION DE LAS LINEAS DE METRO (COVITUR).
- HERRAMENTAL ADECUADO PARA LAS TAREAS A EJECUTAR.

CON RELACION A LA CAPACIDAD DEL SISTEMA UTILIZADO EN EL ANCLAJE DE LOS AISLADORES, PARA RESISTIR EL ARRANCAMIENTO, SOFRETU DEMOSTRO QUE PARA LOS ESFUERZOS NORMALES EJERCIDOS EN LA BARRA GUIA (DEL ORDEN DE 2000 daN). EL SISTEMA FUNCIONA INCLUSO CON BUENA RESERVA, Y PARA EL CASO DE LOS ESFUERZOS EXTRAORDINARIOS LA RESISTENCIA DEL CONCRETO NO SEA POR ABAJO DE $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ NI DIMINUIR LA PROFUNDIDAD DE ANCLAJE (VER PUNTO IV.4.).

TERMINOS FERROVIARIOS UTILIZADOS EN MEXICO Y SU EQUIVALENCIA

ARA: Siglas de la Asociacion Americana de Ingenieros Ferroviarios (Am. R. Asr.), empleados en dimensiones de rieles y accesorios.

AREA: Siglas de la Asociacion Americana de Ingenieros ferroviarios (Am. R. y Eng. Am.), que formula las especificaciones generales y los rieles RE

BALASTO: Material petreo o escoria seleccionada para soportar drenar, y anclar la estructura de la via ferrea. equivale aripio, gravilla, etc.

CALZAR: Renivelar, levantado y compactado mediante calzadoras.

MATERIAL RODANTE: Bogie, truck, carro de 2 o 2 ejes, carretilla.

CONTAINER: Caja de dimensiones comerciales fijas para el transporte de materiales de facil transabordo.

CHICOTE: Via desalineada por efecto de la temperatura siguiendo un ondulado irregular.

DURMIENTE: Traviessa, talla, madero sobre el que descansan otros.

ENTALLAR: Cajeadado, maquinado del asiento en la zona de soporte de placas o rieles.

ESCANTILLON: Entre rieles, galibo de la via.

GOLPES: (De nivel, o de linea), Hundimiento o asentamiento, codos, etc, del riel que produce golpeteo al paso del tren por - errores o defecto del perfil o del alineado geometrico.

LANCHAR: Desplazar lateralmente la via.

LORRY: Carritos de uno y dos ejes, usados para transportar material de via durante la construccion o el mantenimiento pudiendose formar trenes de lorrys.

METRO: Galismo del metro, Rapid Transit, o Tren Suburbano Metropolitano.

S.C.T.: Secretaria de Comunicaciones y Transportes (Mexico)

S.T.C.: Sistema de Transporte Colectivo (Metro de Mexico)

COVITUR: Comision de Vialidad y Transporte Urbano.

BIBLIOGRAFIA.

- I.- INSTRUCTIVO DE CAPACITACION PARA EL AREA DE TRABAJO DE LA JEFATURA DE VIAS Y ESTRUCTURAS, DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL, SISTEMA DE TRASPORTE COLECTIVO (METRO).
MEXICO, D.F. ABRIL 14 DE 1974.
- II.- SINTESIS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS POR LA COMISION DE VIALIDAD Y TRASPORTE URBANO (COVITUR) DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL DE 1977 A 1988.
- III.- INSTRUCCION TECNICA DE LOS TRABAJOS PARA EQUIPOS. LAS VIAS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO, (80-EE-0.03-III-1-82-e).
INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRASPORTES METROPOLITANOS (ISTME).
- IV.- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA INSTALACION DE VIAS CON DURMIENTES ORDINARIOS DE CONCRETO REFORZADO, SISTEMA BAGNEUX (79-EE-0.03-III-7-69-e).
INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRASPORTES METROPOLITANOS (ISTME).
- V.- ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA INSTALACION DE VIAS DEL METRO DE MEXICO, FIJADA EN FORMA DIRECTA AL PISO DE CONCRETO (81-EE-90000-III-1-132-e).
INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRASPORTES METROPOLITANOS (ISTME).
- VI.- LA HISTORIA DE LOS INVENTOS Y EL PROGRESO TECNICO.
LOS TRASPORTES
E. LARSEN.
EDITORIAL KAPELUSZ, S.A.
ENERO 1973 BUENOS AIRES.

VII. FERROCARRILES.

ING. FRANCISCO H. TONGO. PROFESOR TITULADO DE VIAS TERRESTRES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

EDITADA POR REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A. MEXICO 1980.

VIII. -LA VOIE FERRE. TECHNIQUES DE CONSTRUCTION ET D'ENTRETIEN.

JUAN ALIAS. DIRECTOR DE L'EQUIPEMENT A LA S.N.C.F. ET PROFESSEUR A L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES EDITIONS CYROLLES 41, BOULEVARD SAINT GERMAIN 75005 PARIS. 1987.

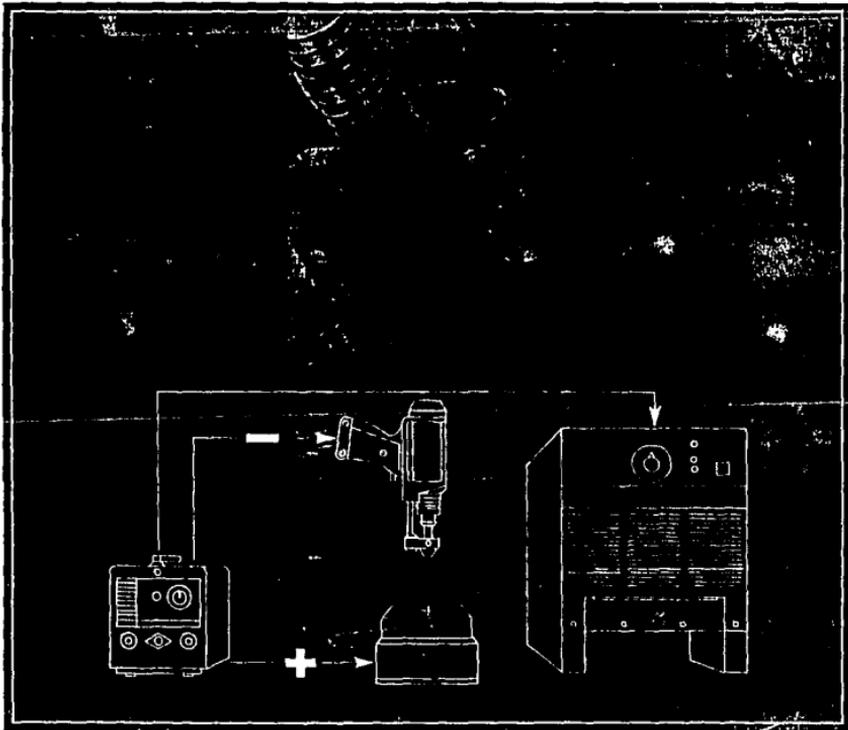
IX. - ARCHIVO DE LA COORDINACION DE VIAS. GERENCIA DE OBRA ELECTROMECANICA, DE LA COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

X. DOCUMENTACION ESCRITA COMO COMPLEMENTO DE LA ASESORIA DE CONFRETO AL METRO DE MEXICO, 1987.

XI. ARCHIVO DE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE VIAS. GERENCIA DE PROYECTO ELECTROMECANICO, DE LA COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

A N E X O 1

Nelson[®] Stud Welding Process



Contents	Page	
The Process	2	Weld Fillet 8
Stud Welding Methods	3,4	Welding Power 8
Designing for Stud Welding		Surface Conditions and Stud Location 9
Select the Proper Welding Method	5	Aluminum Stud Welding 9
Stud Selection	6	Equipment Cost Evaluation 10
Standard Electric Arc Welding Studs	7	Systems and Power Sources 11
Stored-Arc® Welding Studs	7	

The Process

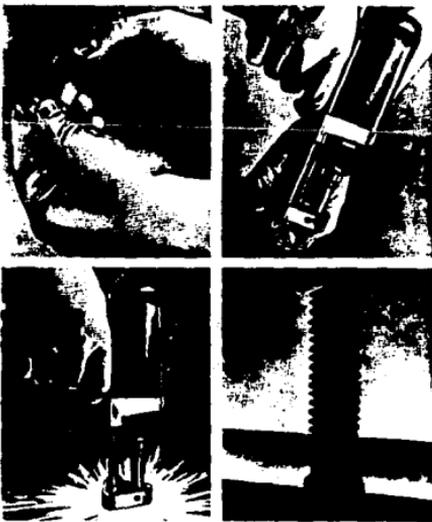
Stud Welding involves the same basic principles and metallurgical aspects as any other arc welding procedure. In that a controlled electric arc is used to melt the end of the stud or electrode and a portion of the base metal. The stud is plunged automatically into the molten metal and a high quality fusion weld is accomplished where the weld is stronger than the stud itself.

Stud Welding is applicable to mild steel, stainless steel and aluminum. Studs may be fed to the welding gun manually or automatically, depending upon the application. In either case, a simple squeeze of the trigger produces a positive attachment in a split second.

Stud welded fasteners may be almost any size, shape, or type and there are literally hundreds, however, they must be made of weldable materials and one end of the fastener must be designed for welding.

Many conventional DC welding machines may be used, but special power units designed specifically for stud welding are recommended.

Shown here pictorially, the stud welding process starts with (1) a Nelson® stud and ceramic ferrule which are inserted (2) in the stud welding gun. (3) The stud end is pressed against the work and the trigger squeezed. (4) An electric arc between the stud and work creates a pool of molten metal which is confined by the ferrule and the stud is automatically plunged home. (5) The metal solidifies in a split second and the stud is completely welded across its base as the cutaway section shows.



TRADUCCION DEL FOLLETO DE T.R.W. "INDUSTRIAL - DESIGN DATA,
NELSON - STUD WELDING PROCESS"

CONTENIDO

PROCESO

METODOS DE SOLDAR

DISEÑO DE LOS PERNOS SOLDABLES

SELECCION DEL METODO APROPIADO

SELECCION DEL PERNO

PERNOS SOLDABLES POR ARCO ELECTRICO ESTANDARD

PERNOS SOLDABLES POR ARCO ALMACENADO

BORDE DE LA SOLDADURA

POTENCIA PARA SOLDAR

CONDICIONES DE LA SUPERFICIE Y LOCALIZACION DEL PERNO

PERNO SOLDABLE DE ALUMINIO

EVALUACION DEL COSTO DEL EQUIPO

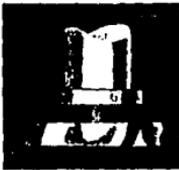
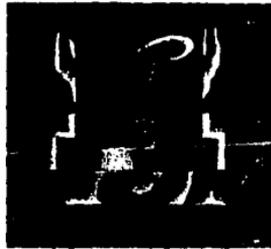
SISTEMAS Y FUENTES DE PODER

EL PROCESO

EL PERNO SOLDABLE INCLUYE EL MISMO PRINCIPIO BASICO Y LOS ASPECTOS METALURGICOS COMO CUALQUIER OTRO PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA POR ARCO, EN EL CUAL UN ARCO ELECTRICO CONTROLADO SE USA PARA FUNDIR EL EXTREMO DE UN PERNO O ELECTRODO Y TAMBIEN UNA PARTE DEL METAL BASE. EL PERNO SE PRESIONA AUTOMATICAMENTE EN EL METAL FUNDIDO Y ASI SE LLEVA A CABO UNA FUSION SOLDADA DE ALTA CALIDAD, QUE ES TAN FUERTE COMO EL PERNO MISMO.

EL PERNO SOLDABLE TIENE APLICACION EN ACERO DULCE, ACERO INOXIDABLE Y ALUMINIO. ES POSIBLE ALIMENTAR AUTOMATICA O MANUALMENTE LOS PERNOS EN LA PISTOLA DE SOLDAR, DEPENDIENDO DE LA APLICACION. EN AMBOS CASOS, UNA INSIGNIFICANTE PRESION DEL GATILLO PRODUCE UNA BUENA FIJACION EN UNA FRACCION DE SEGUNDO.

ES VIABLE ENCONTRAR PERNOS SOLDABLES CASI DE CUALQUIER TAMANO, FORMA O TIPO Y LITERALMENTE HAY CIENTOS DE ELLOS, SIN EMBARGO, DEBEN HACERSE DE MATERIALES SOLDABLES Y UN EXTREMO DEL PERNO SE DEBE DISEÑAR PARA SOLDAR.



METODO 3

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA.

ES POSIBLE USAR MUCHAS MAQUINAS CONVENCIONALES DE CORRIENTE DIRECTA PARA SOLDAR, PERO SE RECOMIENDA EL USO DE UNIDADES DE PODER ESPECIALES Y PARTICULARMENTE DISEÑADAS PARA PERNOS SOLDABLES.

METODOS DE SOLDAR

A CONTINUACION SE MENCIONAN LOS TRES METODOS MAS COMUNES

PRIMER METODO, ARCO ELECTRICO

SOLDAR PERNOS MEDIANTE ARCO ELECTRICO ES EL PROCESO MAS COMUN Y SE UTILIZA DONDEQUIERA QUE SE FABRIQUEN PIEZAS METALICAS. SE USA CON GRAN VENTAJA CUANDO LA PLACA BASE ES LO SUFICIENTEMENTE GRUESA PARA SOPORTAR LA FUERZA TOTAL DE LOS PERNOS SOLDADOS, AUNQUE ALGUNAS VECES SE EMPLEA EN MATERIALES DELGADOS.

EL PERNO SE COLOCA EN LA PISTOLA DE SOLDAR CON EL EXTREMO SOLDABLE HACIA EL AREA DE TRABAJO. EL CICLO INICIA QUITANDO LA PRESION AL GATILLO INTERRUPTOR. AUTOMATICAMENTE, EL PERNO ES RETIRADO DE LA PIEZA A SOLDAR PARA ESTABLECER UN ARCO. EL ARCO CONTINUA DURANTE UN PERIODO PREDETERMINADO HASTA QUE UNA PARTE DEL PERNO Y DE LA PLACA BASE HA SIDO FUNDIDA. ENTONCES, LA PISTOLA IMPULSA AL PERNO HACIA EL METAL FUNDIDO, LO SUJETA Y PRESIONA. AL MISMO TIEMPO, LA SOLDADURA SE REALIZA Y SE DETIENE EL PROCESO CUANDO EL METAL FUNDIDO SOLIDIFICA, EFECTUADA LA SOLDADURA SE RETIRA LA PISTOLA DEL PERNO.

EL METAL FUNDIDO SE CONTIENE POR MEDIO DE UN ANILLO CERAMICO, QUE TAMBIEN PROTEGE AL ARCO. EL METAL FUNDIDO ES DESOXIDADO MEDIANTE UN SUBSTANCIA INCLUIDA EN EL EXTREMO SOLDABLE DEL PERNO O SE PROTEGE POR UNA CAPA DE GAS COMO EN EL CASO DEL ALUMINIO. EL RESULTADO ES UNA SOLDADURA COMPACTA Y FUERTE, LA CUAL SUPERARA LA FUERZA TOTAL DEL PERNO Y LA BASE. EL CICLO DE LA SOLDADURA DEPENDE DEL DIAMETRO DEL PERNO Y DEL INICIO DE LA FUSION DE LOS MATERIALES, Y LA VARIACION ES DE 1/10 HASTA 1 1/2 SEGUNDOS. EL RANGO DE CORRIENTE VA DE 250 A 3,000 AMPERES.

SEGUNDO METODO, ARCO GENERADO POR LA DESCARGA DE UN CAPACITOR

ESTE PROCESO TAMBIEN ES CONOCIDO COMO ARCO ALMACENADO, ES ESENCIALMENTE UNA COMBINACION DEL ARCO ELECTRICO Y LA DESCARGA DEL CAPACITOR PARA PERNOS SOLDABLES. SE DESARROLLO PARA INTRODUCIR MAS CONTROLES EN EL PROCESO DE DESCARGA DEL CAPACITOR SIN PERDER MUCHAS DE SUS VENTAJAS.

LA SECUENCIA DE OPERACION DEL ARCO ALMACENADO ES SIMILAR A LA DEL ARCO ELECTRICO. EL PERNO SE COLOCA EN LA PISTOLA, EL CICLO INICIA AL CERRAR EL INTERRUPTOR, SE SEPARA EL PERNO DEL AREA DE TRABAJO Y COMIENZA EL ARCO. ENTONCES SE EMPUJA EL PERNO HACIA EL METAL FUNDIDO Y SE REALIZA LA SOLDADURA. ESTE PROCEDIMIENTO DA MAS PRECISION EN EL CONTROL DE LA OPERACION DE SOLDADURA HACIENDO EL CONTROL SOBRE EL LAPSO DEL FLUJO DE CORRIENTE INDEPENDIENTE DE LA GEOMETRIA DEL EXTREMO SOLDABLE DEL PERNO. EN EFECTO, LOS CONTROLES DEL TIEMPO Y LA

CORRIENTE SON TRANSFERIDOS DE LA FORMA O DISEÑO DEL PERNO AL EQUIPO DE SOLDADURA EN SI.

ESTE CAMBIO TAN SENCILLO EVITA UN MAYOR CONTROL DE CALIDAD Y EL PROBLEMA DE COSTO Y HACE PRACTICO EL PROCESO DEL ARCO ALMACENADO PARA SOLDADURA DE ALTA VELOCIDAD EN DONDE EL CONTROL DE CALIDAD ERA VITAL.

TERCER METODO, DESCARGA DEL CAPACITOR

EL PROCESO POR DESCARGA DEL CAPACITOR PARA PERNO SOLDABLE INCORPORA UNA FUENTE DE PODER QUE UTILIZA LA ENERGIA ALMACENADA EN UN BANCO DE CAPACITORES Y LOS CONTROLES TRANSISTORIZADOS PERMITEN LA FUSION RAPIDA DE LA SOLDADURA EN 2 O 3 MILESIMAS DE SEGUNDO.

LOS PERNOS SE DISEÑAN Y FABRICAN CON UNA PEQUEÑA PROTUBERANCIA O EXTENSION EN EL EXTREMO SOLDABLE Y SE SUELDAN POR CONTACTO O POR SEPARACION. EL CALOR PARA LA FUSION SE OBTIENE CUANDO EL BANCO DE CAPACITORES SE DESCARGA. LA PEQUEÑA EXTENSION PRESENTA UNA ALTA RESISTENCIA PARA ALMACENAR LA ENERGIA Y DESINTEGRARSE RAPIDAMENTE, CREANDO UN ARCO QUE FUNDE EL EXTREMO DEL PERNO Y PARTE DEL MATERIAL BASE. ENTONCES EL PERNO SE EMPUJA HACIA EL METAL FUNDIDO ANTES QUE TERMINE EL CICLO DEL ARCO Y SE ENFRIE, SE OBTIENE UNA SECCION TRANSVERSAL UNIFORME EN LA UNION.

UNA VENTAJA ESPECIAL DEL PROCESO DE LA DESCARGA DEL CAPACITOR ES LA LIMITACION AL CALOR GENERADO Y LA PEQUEÑA PENETRACION, POR LO QUE ES POSIBLE SOLDAR ESTOS PERNOS A MATERIALES EXTREMADAMENTE DELGADOS Y MATERIALES CON RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL OPUESTO AL LADO SOLDADO.

EL SISTEMA DE ALIMENTACION ES MANUAL, SEMIAUTOMATICO O AUTOMATICO PARA PERNOS HASTA 5/16" (7.9 mm) DE DIAMETRO EN ACERO AL CARBON, ACERO INOXIDABLE, ALUMINIO Y LATON.

ARCO CON PROTECCION DE GAS, CICLO CORTO

LAS TECNICAS DE UN PROCESO ADICIONAL HAN SIDO IDEADAS EMPLEANDO EL PRINCIPIO BASICO DE LOS PERNOS SOLDABLES POR ARCO ELECTRICO PERO LIMITADO A CIERTOS TIPOS DE OPERACIONES.

EN ESTE PROCESO SE USA UN GAS INERTE EN LUGAR DE UN ANILLO PARA PROTEGER EL ARCO ELECTRICO DE LA ATMOSFERA. TAMBIEN HA SIDO UTILIZADO EN LOS PERNOS SOLDABLES DE ACERO Y ALUMINIO, CON SU ENORME APLICACION Y POTENCIAL BENEFICIO INICIA EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE ARTICULOS DE COCINA, DONDE LOS PERNOS NELSON SE SOLDAN A LAS SUPERFICIES DE LOS RECIPIENTES PARA ENSAMBLAR ASAS Y PATAS. LOS PERNOS HEXAGONALES, REDONDOS Y CUADRADOS SE PUEDEN ALIMENTAR MANUAL, SEMIAUTOMATICA Y AUTOMATICAMENTE CON LOS SISTEMAS DE PRODUCCION NELSON.

LA TECNICA DEL CICLO CORTO USA UNA CORRIENTE PARA SOLDAR RELATIVAMENTE ALTA EN UN PERIODO MUY BREVE A TRAVES DEL PROCESO DEL ARCO ELECTRICO. ESTE METODO SE LIMITA AL EMPLEO DE PERNOS CON DIAMETRO PEQUEÑO Y MATERIAL BASE DELGADO, DONDE LA RESISTENCIA DE

ESTE ES EL FACTOR DETERMINANTE MAS QUE LA RESISTENCIA DE LA SOLDADURA. (LOS INGENIEROS DE NELSON EVALUARAN TODOS LOS CRITERIOS DE APLICACION PARA DETERMINAR EL PROCESO MAS EFICIENTE Y ADECUADO PARA CUMPLIR SU ESPECIFICACION). ES VIABLE LA ALIMENTACION MANUAL, SEMIAUTOMATICA Y AUTOMATICA PARA PERNOS HASTA DE 1/4" (6.4 mm) DE DIAMETRO.

DISEÑO DE LOS PERNOS SOLDABLES

SELECCION DEL METODO APROPIADO

METAL BASE

EL METAL BASE DEBE SER SOLDABLE. COMUNMENTE LOS ACEROS DE BAJO CARBON O LOS INOXIDABLES AUSTENITICOS (SERIE 300, OTROS COMO 303) PRODUCEN BUENOS RESULTADOS. ES POSIBLE SOLDAR OTRAS ALEACIONES DE ACERO PERO PODRIA REQUERIRSE TRATAMIENTO TERMICO PARA DESARROLLAR LA RESISTENCIA TOTAL DE LA SOLDADURA. TAMBIEN ES FACTIBLE SOLDAR PERNOS EN ALUMINIO, LATON Y ALEACIONES DE COBRE. DONDE SE INVOLUCREN MATERIALES ESPECIALES, ALGUNAS VECES LA CALIDAD DE LA SOLDADURA SE DETERMINA POR PRUEBAS EN MUESTRAS. CUANDO HAYA INCERTIDUMBRE ACERCA DE LA SOLDABILIDAD DE ALGUNOS MATERIALES, CONSULTE AL REPRESENTANTE DE VENTAS DE NELSON.

SELECCION DEL PROCESO

LOS PROCESOS DE LOS PERNOS SOLDABLES NELSON SE CLASIFICAN EN DOS CATEGORIAS: POR ARCO ELECTRICO ESTANDARD Y POR ARCO ALMACENADO. AUNQUE HAYA ALGUNA PARTE SIN CUBRIR, LAS AREAS DE APLICACION SON USUALMENTE BIEN DEFINIDAS. LA SELECCION DEBE BASARSE EN LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES: (1) TAMANO DEL PERNO. LOS PERNOS MAYORES DE 1/4" DE DIAMETRO REQUIEREN EL PROCESO DE ARCO ELECTRICO. (2) ESPESOR DEL METAL. EL PROCESO DEL ARCO ALMACENADO COMUNMENTE SE USA SI EL METAL BASE ES MENOR DE 16 "GAUGE" (1.52 mm). PARA MATERIALES GRUESOS, SE PUEDE EMPLEAR PERNOS SI EL RADIO DE DISEÑO DE LA FIJACION ES ADHERENTE. (3) COMPOSICION DEL MATERIAL. AMBOS PROCESOS PUEDEN UTILIZARSE CON ACEROS DULCE E INOXIDABLE AUSTENITICO Y TAMBIEN ALGUNAS ALEACIONES DE ALUMINIO. EL PROCESO DE DESCARGA DEL CAPACITOR PUEDE EMPLEARSE CON COBRE, LATON Y LAMINA GALVANIZADA. (4) FORMA DEL PERNO. LOS METODOS ESTANDARD Y DE ARCO ALMACENADO SE PUEDEN USAR PARA FORMAS EXCLUSIVAS TALES COMO, PERNOS CUADRADOS Y RECTANGULARES, DE COLLAR, CON RANURA, DE GANCHO, ETC.

DISEÑO DEL RADIO DEL PERNO PARA EL PROCESO DE ARCO ELECTRICO

EL ESPESOR DEL METAL BASE DEBE SER POR LO MENOS DE 1/3 DEL DIAMETRO BASE DEL PERNO SOLDABLE. ESTO ASEGURA EL DESARROLLO TOTAL DE LA RESISTENCIA DEL PERNO, DE TAL MANERA QUE LA SOLDADURA ES TAN FUERTE COMO EL PERNO. DONDE LA RESISTENCIA NO ES UN REQUISITO IMPORTANTE, EL ESPESOR DEL METAL BASE PUEDE SER COMO MINIMO 1/3 DEL DIAMETRO BASE DEL PERNO.

DISENO DEL RADIO DEL PERNO PARA EL PROCESO DEL ARCO ALMACENADO

EL METAL BASE PUEDE SER TAN DELGADO COMO 0.016" (0.4 mm) PARA EL ACERO Y 0.040" (1.2 mm) PARA EL ALUMINIO. EL ARCO ALMACENADO CAUSARA EN ESTOS MATERIALES TAN DELGADOS FALLA BAJO LA CARGA ULTIMA. EN MATERIALES MAS GRUESOS OCURRIRA LA FALLA EN EL PERNO BAJO LA CARGA ULTIMA.

SELECCION DEL PERNO

ESTANDARIZACION

LOS PERNOS NELSON ESTANDARD DAN LA RESPUESTA MAS ECONOMICA A LA MAYORIA DE LOS REQUISITOS. POR SU COSTO MAS BAJO QUE LOS DISENOS ESPECIALES Y SU DISPOSICION INMEDIATA. EL BAJO COSTO DEL PERNO SIEMPRE SE OBTIENE CUANDO EL DISEÑADOR PUEDE:

- * ESPECIFICAR TIPOS DE PERNOS ESTANDARD
- * SELECCIONAR DIAMETROS Y LONGITUDES ESTANDARD
- * USAR MATERIALES ESTANDARD

ADEMAS, DE LA EXISTENCIA EN ALMACEN DE PERNOS ESTANDARD, LA COMPANIA NELSON FABRICA UNA VARIEDAD SIN LIMITE DE PERNOS ESPECIALES. SIN EMBARGO, SE DEBE RECORDAR QUE EN CUALQUIER CAMBIO DE DIAMETRO O LONGITUD DEL PERNO EL EQUIPO DE PRODUCCION DEBE AJUSTARSE. EL AJUSTE ES SIMPLE, PERO CONSUME TIEMPO Y COSTO. LA ESTANDARIZACION ES IDEAL TANTO PARA EL COMPRADOR COMO PARA LA MANUFACTURA. ES POSIBLE ASIGNAR OPERACIONES SECUNDARIAS DE MAQUINADO A MUCHOS DE LOS PERNOS NELSON ESTANDARD, POR EJEMPLO, TALADRADO LATERAL, RANURADO, DOBLADO, CORTE Y PERFORADO. PARA FORMAS Y LONGITUDES ESPECIALES Y OPERACIONES DE MAQUINADO CONSULTE A SU REPRESENTANTE DE VENTAS DE NELSON.

SELECCION DE LAS DIMENSIONES DEL PERNO

CUANDO ORDENE UN PERNO SOLDABLE ESTANDARD ESPECIFIQUE LAS DIMENSIONES Y TERMINOLOGIA COMO SE PRESENTAN EN EL CATALOGO DE NELSON. LAS ESPECIFICACIONES DE NELSON INDICAN LA LONGITUD ANTES DE LA SOLDADURA, ES DECIR, LA LONGITUD TOTAL ANTES DE SOLDAR EL PERNO AL METAL BASE. LOS PERNOS SOLDADOS POR EL METODO DEL ARCO ELECTRICO REDUCEN SU LONGITUD EN EL PROCESO DE LA SOLDADURA APROXIMADAMENTE DE 1/8" (3.2 mm) A 3/16" (4.8 mm), DEPENDIENDO DEL DIAMETRO.

LA ROSCA

LA ROSCA ESTANDARD DE LOS PERNOS ES UNC-2A ANTES DEL RECUBRIMIENTO METALICO. EXISTE DISPONIBILIDAD EN OTRAS ROSCAS SEGUN SE REQUIERAN. LA LONGITUD ESTANDARD MAXIMA DE CUERDA ES 3" (76.2 mm).

REQUISITOS DE POTENCIA

PARA EVITAR TRASTORNOS INNECESARIOS Y PROBLEMAS DE PRODUCCION, EL DISEÑADOR DEBE CONOCER QUE POTENCIA SE REQUERIRA Y LAS LIMITACIONES DE LOS EQUIPOS DISPONIBLES PARA SOLDAR. VER INFORMACION EN LA SECCION TITULADA "POTENCIA PARA LA SOLDADURA".

ESPECIFICACIONES DEL PERNO

LAS MISMAS REGLAS GENERALES QUE SE APLICAN A TODOS LOS PROCESOS DE SOLDADURA DE METALES POR ARCO ELECTRICO SE APLICAN AL PERNO SOLDABLE. LOS ELEMENTOS DE FIJACION MAS COMUNMENTE USADOS EN EL METODO POR ARCO ELECTRICO SE FABRICAN EN ACERO DE BAJO CARBON CON UNA RESISTENCIA MINIMA A LA TENSION DE 55,000 PSI (415 MPa) Y UNA RESISTENCIA MINIMA A LA CEDENCIA DE 50,000 PSI (345 MPa). EL METODO DE LA DESCARGA DEL CAPACITOR GENERALMENTE USA LOS ELABORADOS EN ACERO RECOCIDO C 1008 O C 1010. LA RESISTENCIA A LA TENSION ES 50,000 PSI (345 MPa). EL ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO, EL ALUMINIO-MAGNESIO, EL ALUMINIO-SILICIO Y OTRAS ALEACIONES NO FERROSAS SON MAYORMENTE EMPLEADAS COMO LAMINACION. SE DEBE CONSULTAR A LA COMPANIA NELSON SOBRE APLICACIONES ESPECIALES PARA ASEGURAR LA SELECCION APROPIADA DEL PROCESO Y LOS MEJORES MATERIALES. VER CATALOGO DE NELSON.

PERNOS SOLDABLES POR ARCO ELECTRICO ESTANDARD

PERNOS EN ACERO DE BAJO CARBON CON LAS CARACTERISTICAS SIGUIENTES:

RESISTENCIA ULTIMA MINIMA 55,000 PSI
RESISTENCIA A LA CEDENCIA MINIMA 50,000 PSI

DIAMETRO DEL PERNO ROSCADO	CARGA ULTIMA A LA TENSION [lbs] A 55,000 PSI.	TORQUE ULTIMO [ft-lbs] A 55,000 PSI
10-24 UNC	957	36 in-lbs
10-32 UNF	1,105	41 in-lbs
1/4-20 UNC	1,743	7
1/4-28 UNF	1,990	8
5/16-18 UNC	2,871	15
5/16-24 UNF	3,184	17
3/8-16 UNC	4,250	27
3/8-24 UNF	4,818	30
7/16-14 UNC	5,830	42
7/16-20 UNF	6,490	47
1/2-13 UNC	7,810	65
1/2-20 UNF	8,800	73
5/8-11 UNC	12,430	130
5/8-18 UNF	14,025	146
3/4-10 UNC	18,370	230
3/4-16 UNF	20,460	256
7/8-9 UNC	25,355	370
7/8-14 UNF	27,995	408
1-8 UNC	33,275	555
1-14 UNF	37,290	621

EL TORQUE INDICADO SE BASA EN LA CONSIDERACION DE QUE LA DEFORMACION EXCESIVA DE LA CUERDA NO TIENE RELACION CON EL TORQUE/TENSION FUERA DE SU RANGO PROPORCIONAL.

EN LA PRACTICA ACTUAL UN PERNO NO DEBE USARSE A SU CARGA DE CEDENCIA. DEBE APLICARSE UN FACTOR DE SEGURIDAD. GENERALMENTE SE RECOMIENDA QUE UN PERNO SE USE AL 60 % DE LA CEDENCIA, COMO MAXIMO. SIN EMBARGO, EL FACTOR DE SEGURIDAD VARIARA EN MAS O MENOS, DEPENDIENDO DE LA APLICACION PARTICULAR. EL CLIENTE LO DEFINIRA.

FORMULA USADA EN EL CALCULO,

DONDE: D = DIAMETRO NOMINAL DEL PERNO ROSCADO
 N = HILOS POR PULGADA
 A = AREA ROSCADA EFECTIVA PROMEDIO ("META")*
 S = ESFUERZO A LA TENSION EN PSI
 L = CARGA DE TENSION EN LIBRAS
 T = TORQUE EN PULGADAS LIBRA

CARGA DE TENSION.....L = SA TORQUE.....T = 2DL

* "META" SE USA EN LUGAR DEL AREA BASICA EN EL CALCULO DE LA RESISTENCIA DE TORNILLOS DEBIDO A LA ESTRECHA CORRELACION CON LA ACTUAL RESISTENCIA A LA TENSION. "META" SE BASA EN EL DIAMETRO PROMEDIO, EL CUAL ES EL DIAMETRO DE UN CILINDRO COAXIAL IMAGINARIO, CUYA SUPERFICIE PASARIA A TRAVES DEL PERFIL DE LA ROSCA APROXIMADAMENTE A LA MITAD ENTRE LOS DIAMETROS MENOR Y PRIMITIVO.

$$(A \text{ o "META"} = 0.7854 (D - \frac{0.9743}{N})^2)$$

PERNOS SOLDABLES POR ARCO ALMACENADO

PERNOS EN LOS SIGUIENTES MATERIALES Y SUS CARACTERISTICAS:

MATERIAL	RESISTENCIA ULTIMA [PSII]	RESISTENCIA A LA CEDENCIA [PSII]
(1) ACERO BAJO CARBON	50,000	35,000
(2) ACERO INOXIDABLE	75,000	30,000
(3) ALUMINIO	21,000	20,000

DIAMETRO DEL PERNO	CARGA ULTIMA A TENSION			CARGA DE CEDENCIA		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
6-32 UNC	458	687	192	321	275	183
8-32 UNC	705	1,057	296	493	423	282
10-24 UNC	870	1,305	365	609	522	348
10-32 UNF	1,005	1,507	422	704	603	402
1/4-20 UNC	1,385	2,377	666	1,110	951	634
1/4-28 UNF	1,810	2,715	760	1,267	1,086	724

LAS CARGAS ESTAN DADAS EN LIBRAS

BORDE DE LA SOLDADURA

ES POSIBLE DISEÑAR LOS PERNOS CON UNA SECCION MENOR EN EL EXTREMO SOLDABLE PARA EVITAR QUE EL BORDE RESULTANTE EN LA FUSION NO REBASE SU DIAMETRO MAXIMO, EN CONSECUENCIA LA RESISTENCIA SE REDUCE PROPORCIONALMENTE.

CUANDO UN PERNO SE SOLDA EN UN EXTREMO, SE FORMA UN BORDE ALREDEDOR DE SU BASE CON DIMENSIONES APROXIMADAMENTE CONTROLADAS POR EL DISEÑO DEL ANILLO UTILIZADO. MIENTRAS QUE EL DIAMETRO DEL BORDE GENERALMENTE ES MAYOR QUE EL DIAMETRO DEL PERNO, SE REQUIERE DE ALGUNAS CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE LAS PIEZAS A ENSAMBLAR UNA SOBRE OTRA. LOS METODOS DE ESCARIAR Y AVELLANAR SON LOS DE MAS USO. LAS DIMENSIONES VARIARAN EN EL PERNO Y EL ANILLO. LOS METODOS ADICIONALES PARA ACOPLAR EL BORDE INCLUYEN ORIFICIOS DE MAYOR TAMAÑO, EL USO DE UN EMPAQUE ALREDEDOR O UN SEPARADOR O GRAPA

POTENCIA PARA SOLDAR

LOS PERNOS SOLDABLES REQUIEREN DE UNA FUENTE DE CORRIENTE DIRECTA CON CAPACIDAD SUFICIENTE PARA SOLDAR SU DIAMETRO. SE RECOMIENDA UNA FUENTE DE PODER ESPECIALMENTE DISEÑA PARA PERNOS SOLDABLES. TAMBIEN ES POSIBLE UTILIZAR LOS GENERADORES CONVENCIONALES DE CORRIENTE DIRECTA DE GAS O DIESEL Y LAS UNIDADES DE RECTIFICACION. VER EN EL CATALOGO NELSON LA CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS. SIN EMBARGO, LA CAPACIDAD DE ALGUNAS MAQUINAS VARIA SEGUN LA LONGITUD Y TAMAÑO DEL CABLE EMPLEADO ENTRE ELLAS Y EL AREA DE TRABAJO, LAS CONDICIONES DEL INGRESO DE LA POTENCIA, LA CONDICION DEL EQUIPO Y LA POSICION EN QUE SE HACE LA SOLDADURA.

CONDICIONES DE LA SUPERFICIE Y LOCALIZACION DEL PERNO

AREA DE TRABAJO

LA SUPERFICIE DE TRABAJO DEBE ESTAR LIMPIA Y LIBRE DE AGUA, PINTURA, ESCAMAS, OXIDACION, GRASA, ACEITE, SUCIEDAD Y RECUBRIMIENTOS DE ZINC Y CADMIO. LAS SUPERFICIES DE ALUMINIO PODRIAN REQUERIR LIMPIEZA ESPECIAL SI ESTAN MUY OXIDADAS.

CONTORNO DE LA SUPERFICIE

LOS PERNOS APLICADOS POR ARCO ALMACENADO SON MAS EFECTIVOS EN SUPERFICIES PLANAS O CASI PLANAS. EL PROCESO DE ARCO ELECTRICO SE ADAPTA A SUPERFICIES REDONDAS O INCLINADAS SOLO QUE DEL ANILLO DEPENDE LA FORMACION DE MAYOR MATERIAL FUNDIDO, RELATIVAMENTE. POR LO TANTO DEBE USARSE EL ANILLO ADECUADO A LA SUPERFICIE PARA CONTENER EL METAL FUNDIDO.

LOCALIZACION DEL PERNO

EL PROCEDIMIENTO MAS SIMPLE Y COMUN PARA LA LOCALIZACION DE PERNOS ES COLOCARLOS Y MARCAR CON UN PUNZON EL CENTRO O MARCARLO AUXILIANDOSE CON UNA PLANTILLA. ENTONCES EL PUNTO DEL PERNO SE COLOCA EN LA MARCA DEL PUNZON. SIN EMBARGO LA HABILIDAD DEL OPERADOR SIEMPRE ES UN FACTOR QUE INFLUYE EN LA PRECISION, USANDO ESTE METODO LAS TOLERANCIAS QUE SE OBTIENEN SON DE $\pm 3/64"$ (1.2 mm).

CUANDO SE VAYAN A SOLDAR VARIOS PERNOS, LA PRACTICA COMUN ES HACERLO DIRECTAMENTE A TRAVES DE LOS ORIFICIOS DE UNA PLANTILLA PRESCINDIENDO DE LAS MARCAS PREVIAS. DEBIDO A LAS TOLERANCIAS PROPIAS

DEL ANILLO, ESTE METODO NO DEBE USARSE REGLAMENTARIAMENTE SI LAS TOLERANCIAS SON MAS PRECISAS QUE $\pm 1/32"$ (0.8 mm).

LA FIGURA 13A MUESTRA UNA PLANTILLA, USUALMENTE ES UNA PLACA DE AGLOMERADO CON ESPESOR DE $1/8"$ A $1/4"$ (3.2 A 6.4 mm). LOS ESPACIOS PERMITEN EL ESCAPE DE LOS GASES DURANTE LA SOLDADURA. EL TAMAÑO RECOMENDADO DE LOS ORIFICIOS EN LA PLANTILLA DEBE SER IGUAL AL DIAMETRO EXTERIOR MAXIMO DEL ANILLO DE PROTECCION MAS $1/32"$ (0.8 mm). ES POSIBLE SUJETAR LOS ANILLOS POR UN DISPOSITIVO ESTANDARD, O DONDE SE PROHIBE LA HOLGURA, SE PUEDE UTILIZAR UN DISPOSITIVO TIPO TUBO.

LA FIG 13B ILUSTR A EL DISPOSITIVO DE TUBO QUE PERMITE SUJETAR AL PERNO CON ALINEACION ANGULAR PRECISA. LA PLANTILLA GENERALMENTE SE FABRICA DE ELASTOMERO RIGIDO O DE AGLOMERADO. ES POSIBLE USAR BUJES PARA DAR MAYOR PRECISION Y ALARGAR LA VIDA DE LA PLANTILLA.

EL ADAPTADOR DEL TUBO SE COLOCA EN LA BASE. LOS SUJETADORES ESTANDARD DE COBRE SE USAN CON EL ADAPTADOR. ESTO PERMITE LA ESTANDARIZACION DE LAS PLANTILLAS; HASTA QUE ES NECESARIO CAMBIARLOS PARA PERNOS DE DIAMETROS DIFERENTES. EL DIAMETRO DEL BUJE O DE LOS ORIFICIOS DE LA PLANTILLA DEBE SER APROXIMADAMENTE 0.010" (0.25 mm) MAS GRANDE QUE EL DIAMETRO EXTERIOR MAXIMO DEL ADAPTADOR.

PERNOS SOLDABLES DE ALUMINIO

EL SISTEMA BASICO PARA LOS PERNOS DE ALUMINIO ES SIMILAR AL DE LOS DE ACERO DULCE. LA FUENTE DE PODER, EL EQUIPO Y LOS CONTROLES SON LOS MISMOS. LA PISTOLA PARA SOLDAR SE MODIFICA LIGERAMENTE PORQUE SE AGREGA UN ADAPTADOR ESPECIAL PARA EL CONTROL DE LA ALTA-PUREZA DE LOS GASES PROTECTORES (ARGON O HELIO) UTILIZADOS DURANTE EL CICLO DE LA SOLDADURA. SE USA LA POLARIDAD INVERTIDA CON EL ELECTRODO (LA PISTOLA) POSITIVO Y CON TIERRA O EL AREA A SOLDAR EL NEGATIVO. LOS PERNOS DE ALUMINIO SE DISTINGUEN DE LOS DE ACERO PORQUE NO USAN LA SUBSTANCIA DESOXIDANTE EN EL EXTREMO SOLDABLE. EL EXTREMO SOLDABLE TIENE UN DISEÑO ESPECIAL QUE SIRVE PARA INICIAR EL ARCO Y AYUDAR A ESTABLECER LA MAYOR DURACION DEL ARCO REQUERIDA PARA LA SOLDADURA DEL ALUMINIO.

SE CUENTA CON PERNOS DE DIAMETRO EN LA BASE SOLDABLE DESDE $1/4"$ HASTA $1/2"$ (6.4 A 12.7 mm) Y HAY MUCHOS DE LOS TAMAÑOS Y FORMAS SIMILARES A LOS DE ACERO, POR EJEMPLO, LISOS, CON CUERDA EXTERNA O INTERNA Y SEPARADORES, ETC.

LOS PERNOS DE ALUMINIO COMUNMENTE SE FABRICAN DE LA ALEACION 5356 DE ALUMINIO-MAGNESIO, TIENE UNA RESISTENCIA A LA TENSION TIPICA DE 40,000 PSI (273 MPa). ESTA ALEACION TIENE UNA ALTA RESISTENCIA Y BUENA CONDUCTIVIDAD Y EN EL ASPECTO METALURGICO ES COMPATIBLE CON LA MAYORIA DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA. ESTAS ALEACIONES HAN PROBADO SER EXCELENTES PARA LOS PERNOS SOLDABLES, DEMOSTRANDO ESTABILIDAD DE ARCO Y BUEN ACABADO.

EN GENERAL, TODAS LAS ALEACIONES DE LAS SERIES 1100, 3000 Y 5000 SE CONSIDERAN EXCELENTES PARA PERNOS SOLDABLES, LAS SERIES 4000 Y 6000 SE CONSIDERAN ACEPTABLES Y LAS SERIES 2000 Y 7000 POBRES. LOS

PERNOS DE 1/4" (6.4 mm) DE DIAMETRO PODRIAN SOLDARSE A PLACAS CON ESPESOR MINIMO DE 1/8" (3.2 mm) SIN DISTORSION O QUEMADURAS. ES POSIBLE SOLDAR PERNOS DE DIAMETRO MAYOR DE 1/2" (12.7 mm) A PLACAS CON ESPESOR MINIMO DE 1/4" (6.4 mm) SIN DISTORSION. VER CATALOGO PARA EL MINIMO ESPESOR RECOMENDADO.

B CONSEJOS DE DISEÑO Y PRODUCCION:

- 1.- EL METAL BASE DEBE SER SOLDABLE.
- 2.- DEBE SELECCIONARSE EL EQUIPO APROPIADO.
- 3.- EL RADIO APROPIADO ENTRE EL DIAMETRO DEL PERNO Y EL ESPESOR DEL METAL BASE ES ESENCIAL.
- 4.- LOS BAJOS COSTOS USUALMENTE SE PROMUEVEN USANDO PERNOS ESTANDARD.
- 5.- LA NECESIDAD DE AJUSTAR EL BORDE DE LA SOLDADURA DEBE TOMARSE EN CUENTA.
- 6.- EL USO DE UNA PLANTILLA ASEGURARA EL RESPETO DE LAS TOLERANCIAS ESPECIFICADAS.
- 7.- EL AREA DE TRABAJO DEBE ESTAR LIMPIA Y SECA.
- 8.- EL TIPO DE SUPERFICIE PUEDE SER UN FACTOR A CONSIDERAR.

EVALUACION DEL COSTO DEL EQUIPO

ADEMAS DE LA CONSIDERACION DEL COSTO, EL SISTEMA DE PERNOS SOLDABLES PUEDE DAR SUBSTANCIALMENTE MUCHOS BENEFICIOS QUE SON COMPLEMENTO A CUALQUIER VENTAJA DIRECTA DEL COSTO. FACTORES COMO LA ELIMINACION DE DISTORSION, AUMENTO DE RESISTENCIA A LA PIEZA POR SUPRIMIR LOS ORIFICIOS EN ELLA Y DAR BUENA APARIENCIA ESTETICA SIN MARCAS, LA EXPOSICION DE LA SUPERFICIE SE LLEVA A CABO CUANDO SE DISEÑA UN SISTEMA DE FIJACION EN BASE AL PROCESO DE PERNOS SOLDABLES. OTROS BENEFICIOS RESULTANTES QUE CONTRIBUIRIAN EN LA DECISION POR ESTE PROCESO INCLUYEN LA REDUCCION DE MANEJO DE MATERIAL, MAYOR CALIDAD, ELIMINACION DE PROBLEMAS POTENCIALES, INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD Y LA GRAN FLEXIBILIDAD QUE OFRECE EN DISEÑO CUANDO SE NECESITE TRABAJAR UNICAMENTE POR UN LADO.

UNA VEZ ESTABLECIDO QUE EL SISTEMA DE PERNOS SOLDABLES REUNE LOS CRITERIOS DE DISEÑO Y CALIDAD, EXISTE LA NECESIDAD DE CONFIRMAR LA RELACION COSTO/BENEFICIO CONTRA OTRAS CONSIDERACIONES DEL PROCESO.

UN METODO FRECUENTEMENTE USADO PARA CONFIRMAR LA DEMANDA DE COMPRAR UN SISTEMA DE SOLDADURA TIPO NELSON ES LA FORMA DE "REGRESO DE LA INVERSION" O "ROI". EL CUAL DARA UN SENTIDO ORDENADO PARA ANALIZAR LOS FACTORES IMPORTANTES QUE CONTRIBUYEN PARA EL COSTO DE LOS METODOS COMPARABLES EN CONSIDERACION EN EL PERIODO DE PAGO PARA CUALQUIER EQUIPO ESENCIAL DEL METODO.

SISTEMAS Y FUENTES DE PODER

UN SISTEMA PARA SOLDAR PERNOS CONSISTE DE UNA PISTOLA, CABLES, CONTROLADOR DE TIEMPO Y FUENTE DE PODER. HAY 3 GRUPOS BASICOS: PORTATIL, DE ALIMENTACION MANUAL; PORTATIL, ALIMENTACION AUTOMATICA; Y FIJO, ALIMENTACION MANUAL/AUTOMATICA. A CONTINUACION SE DA LA DESCRIPCION DE ESTOS SISTEMAS Y FUENTES DE PODER.

SISTEMAS FIJOS DE ALIMENTACION MANUAL/AUTOMATICA

LOS SISTEMAS NELSON DE PRODUCCION INCLUYEN PISTOLAS, MECANISMOS ELECTRONICOS/NEUMATICOS DE ALIMENTACION Y UNIDADES DE CONTROL TRANSISTORIZADAS DE LA POTENCIA QUE PERMITEN TRABAJAR CON TOLERANCIAS CERRADAS Y LINEAS DE ENSAMBLE DE ALTA VELOCIDAD.

EXISTEN MAS DE 11 TIPOS DE PISTOLAS Y ALIMENTADORES DISEÑADOS PARA CUBRIR UNA VARIEDAD DE APLICACIONES.

SISTEMA ESTANDARD PORTATIL DE ALIMENTACION MANUAL

EL SISTEMA ESTANDARD SE DISEÑO PARA APLICARSE EN UN RANGO ESPECIFICO DEL DIAMETRO DEL PERNO.

SISTEMA ESTANDARD PORTATIL DE ALIMENTACION AUTOMATICA

LOS 3 SISTEMAS ESTANDARD CONSISTEN DE PISTOLA, UNIDAD DE CONTROL DE LA POTENCIA Y ALIMENTADOR. LA PISTOLA PUEDE USARSE HASTA UNA DISTANCIA DE 20 PIES (6 m) DEL ALIMENTADOR.

A N E X O 2

A P A R A T O S D E V I A

LA OPERACION DE UNA LINEA DE TRANSPORTE PUBLICO, PARTICULARMENTE EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO NECESITA APARATOS DE VIA CUANDO MENOS PARA ASEGURAR LAS FUNCIONES INDICADAS A CONTINUACION:

- CAMBIO DE VIA EN LAS TERMINALES O CERCA DE ALGUNAS ESTACIONES EN CASO DE SERVICIOS PROVISIONALES.
- ACCESO A LOS TALLERES DE MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE.

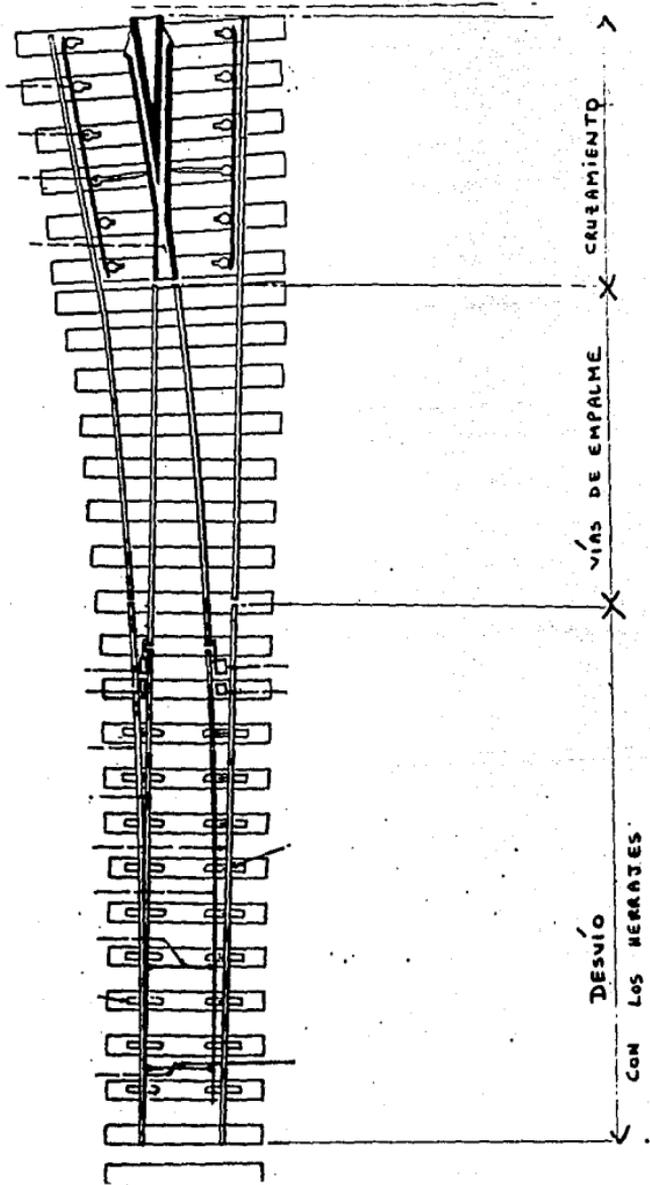
UN APARATO DE VIA ES UN CONJUNTO DE PIEZAS FERREAS QUE PERMITIRA LA REALIZACION DE DICHAS MANIOBRAS. SE LE ACREGARAN DISPOSITIVOS -- PARA AUTORIZAR LOS CAMBIOS DE INTINERARIOS (PALANCA O MOTORES) Y --- TAMBIEN ELEMENTOS DE SEGURIDAD LOS CUALES BLOQUEAN LAS PIEZAS MOVI- LES EN POSICION ABIERTA O CERRADA SEGUN LAS NECESIDADES.

EL APARATO DE VIA SE UTILIZARA YA SEA SOLO (POR EJEMPLO EN LOS PEINES DE LOS DEPOSITOS) O EN CONJUNTO DE DOS PARA LAS COMUNICACIONES.

P R E S E N T A C I O N D E
L O S A P A R A T O S D E V I A

Descripción de un aparato de vía :

- desvío con los herrajes.
- vías de empalme.
- cruzamiento.



DESVIÓ
CON
LOS
HERRAJES

VÍAS DE EMPALME

CRUCEAMIENTO

P R E S E N T A C I O N D E
LO S A P A R A T O S D E V I A

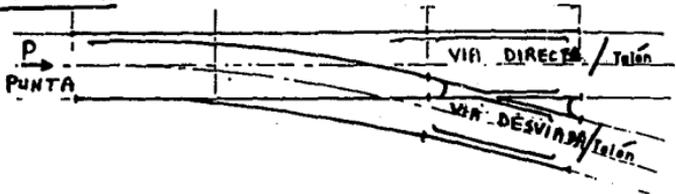
Empleo de los aparatos de vía :

- aparatos de vía de izquierda
- aparatos de vía de derecha
- comunicación de derecha.

APARATO DE IZQUIERDA



APARATO DE DERECHA



COMUNICACION DE DERECHA



MANTENIMIENTO DE LOS APARATOS DE VIA.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

- INSPECCION
- MANTENIMIENTO
- RENOVACION
- NIVELACION Y ALINEACION
- MANIOBRAS

OPERACION

	APARATOS DE VIA PRINCIPAL	APARATOS DE VIA DE TALLER
I. INSPECCION		
* Recorrido	7 días	Examen visual durante el engrase.
* Verificación de los valores de seguridad.	6 meses	1 año
* Auscultación por ultrasonido de las agujas.	Por información.	Por información.
II. MANTENIMIENTO		
* Engrase de los desvíos.	Según la calidad de la grasa o del aceite: - 1 semana. - 1 mes.	- 2 semanas. - 2 meses.
* Revisión del material incluyendo las juntas.	1 año	Según la necesidad.
* Apriete de las sujeciones y cambio de los elementos rotos.	1 año + Según la necesidad.	Según la necesidad.
* Esmerilado de las agujas	Según la necesidad.	Según la necesidad.
* Recargue de los corazones	Según la necesidad	Según la necesidad.
* Esmerilado del desgaste ondulatorio.	Por información.	Por información.
III. RENOVACION		
* Renovación completa	20 a 25 años	Sin periodicidad.
* Renovación de los herrajes.	Según la necesidad.	Según la necesidad.
IV. NIVELACION Y ALINEACION		
* Nivelación manual con "Jackson" o alzado dosificado, alineación.	De 6 meses a 4 años.	Según la necesidad.
V. MANIOBRAS		
* Revisión de los enclavamientos.	1 año + Según la necesidad.	1 año + Según la necesidad.
* Engrase mediante una grasa de grafito de los elementos en contacto (excepto las articulaciones elásticas).	Cada 3 meses.	Cada 3 meses.

MANTENIMIENTO DE LOS APARATOS DE VIA

INSTRUCCION DE MANTENIMIENTO DE LOS CORAZONES.

- RECOMENDACIONES DURANTE EL INICIO DE OPERACION.
- MANTENIMIENTO CURATIVO.
- MANTENIMIENTO CICLICO

A) RECOMENDACIONES DURANTE EL INICIO DE OPERACION

- Verificación del apriete de las fijaciones (sujeciones, emplanchuelados, contra-rieles y sus soportes).
- Examen visual de las superficies de contacto con las ruedas: Punta del corazón y patas de liebre.

Se deberán eliminar por esmerilado los inicios de rebabas lo más rápidamente posible para evitar los eventuales arrebatamientos de metal.

B) MANTENIMIENTO CURATIVO

Este mantenimiento permite reparar los defectos engendrados entre dos verificaciones cíclicas:

- Renovación de las fijaciones defectuosas.
- Apriete de las fijaciones.
- Eliminación de las rebabas.
- Recargue de las superficies de contacto con las ruedas.
- Mantenimiento de las juntas emplanchueladas.

C) MANTENIMIENTO CICLICO

Este mantenimiento contempla las operaciones siguientes:

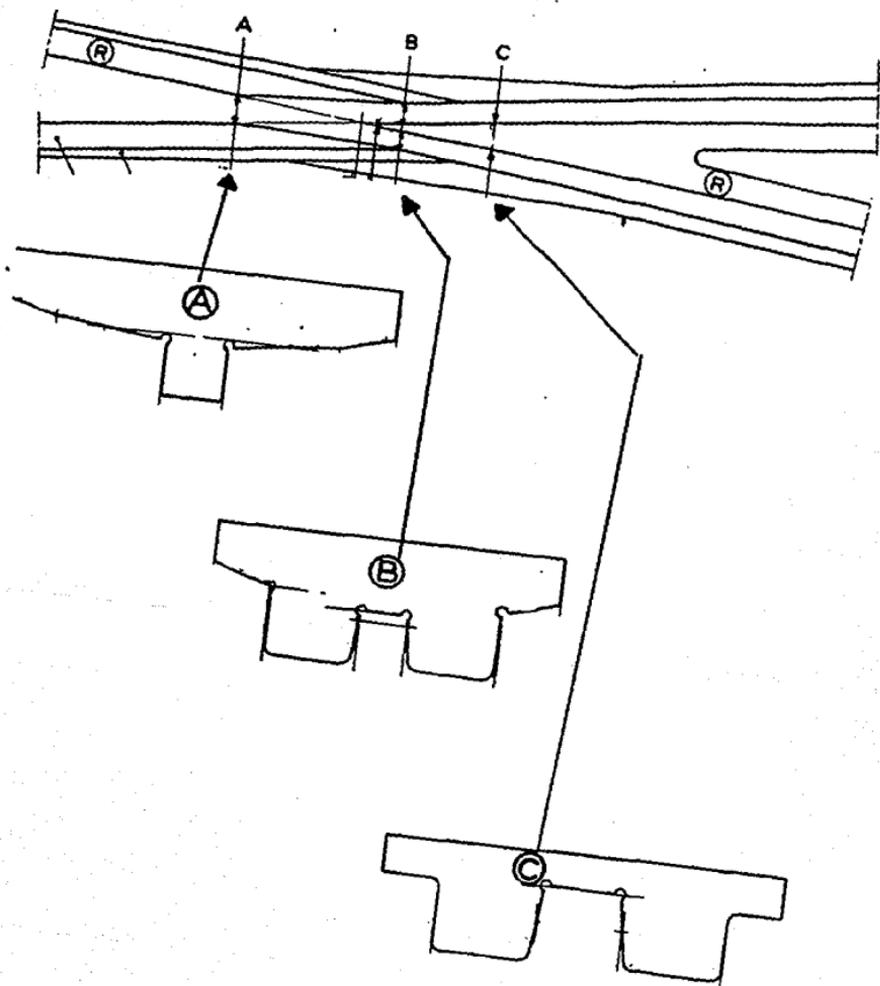
- Verificación del apriete de las fijaciones de las planchuelas.
- Verificación del apriete de los tirafondos.
- Verificación de las cotas de seguridad (protección de la punta del corazón y del libre paso de las agujas).

La tolerancia de la cota de protección de la punta del corazón queda igual a $\begin{matrix} + 2 \text{ mm} \\ - 0 \text{ mm} \end{matrix}$.

En el caso de que dicha cota no cumpliera con las dimensiones indicadas, se modifica la ubicación del contra-riel mediante láminas de espesor adecuado.

- Verificación del ancho de las holguras. El desgaste máximo será de 3 mm con respecto a las directrices de la punta del corazón.
- Examen de las superficies de apoyo de las ruedas y eliminación de las rebabas.

ESCAUTILLONES PARA LA VERIFICACION
DE LOS CORAZONES.



MANTENIMIENTO DE LOS APARATOS DE VIA

PALANCAS "CATTINI "

INSTRUCCION DE MANTENIMIENTO DE LAS PALANCAS TIPO

" CATTINI "

se provera una auscultación mensual de las palancas tipo "CATTINI" constando en:

Una verificación del cajón a la altura del tirante de maniobra a fin de -- evitar su inmovilización por fricción del balasto.

Un apriete de los tirafondos y de los tornillos de fijación.

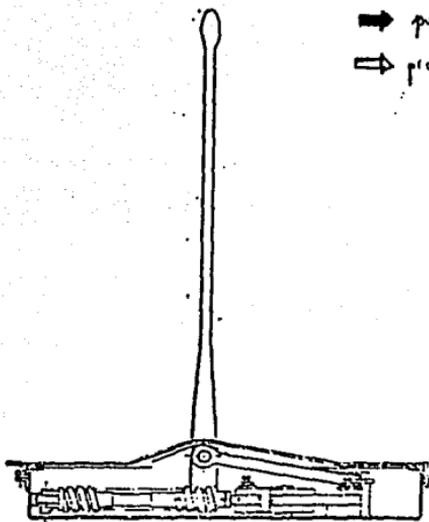
Un engrase de los elementos mencionados en la figura adjunta al presente - anexo (no se engrasarán los cojinetes de bolas y el rodillo)

Una verificación del dispositivo de bloqueo del resorte y eventualmente un ajuste del esfuerzo resistente.

demás se recomiendan las operaciones anuales siguientes:

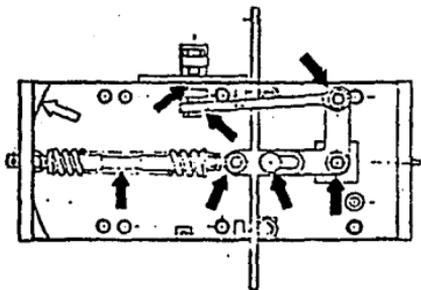
Engrase de la parte interior de la caja metálica mediante un producto anti corrosión.

Protección por pintura del exterior del dispositivo.



→ puntos de engase.

⇒ protección anticorrosiva.



MANTENIMIENTO DE LOS APARATOS DE VIA

CORAZONES.

RECARGUE DE LOS CORAZONES

Durante las verificaciones cíclicas se observarán las superficies de apoyo de las ruedas.

En cuanto aparezca un rodamiento con dos apoyos (fondo de garganta y patas de liebre), se deberá prever el recargue de las superficies de apoyo normal. Tal recargue se desarrollará imperativamente según el método indicado a continuación:

- Eliminación de las rebabas y de las fisuras superficiales.
- Calentamiento del elemento por recargar a la temperatura de 300°C a 450°C.
- Recargue por aportación de metal con un electrodo de tipo COMET 307 o con un electrodo equivalente que contenga 18% de Cr, 8% de Ni y 6% de Mn.

Durante el recargue la temperatura del elemento quedará mayor a 300°C.

- Protección del elemento después de su recargue para evitar un enfriamiento rápido. Sin embargo no se utilizará un sistema de post-calentamiento.
- Esmerilado de las superficies recargadas después del enfriamiento total del elemento, tras el esmerilado la calidad de las soldaduras se verificará para asegurarse que ninguna fisura se engendrará y que ninguna impureza quedó incluida en los cordones.

Dicho método por recargar se utilizará también para renovar los extremos de los corazones a la altura de los empalmes con los rieles 100 RE.

ANEXO 3

CONCRETO HIDRAULICO Y COMPONENTES

A CEMENTOS

01 DESCRIPCION

A.01.a Cemento Portland. Es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del clinker frío, al cual durante la molida se le agrega yeso para controlar el fraguado.

A.01.b Cemento Portland-puzolana. Es el conglomerante hidráulico compuesto por clinker de cemento Portland molido, al que se le ha mezclado puzolanas naturales o artificiales.

A.01.c El cemento Portland se clasifica en los siguientes tipos:

Tipo I. Para usarse en construcciones a base de concreto, cuando no se requieran las propiedades especiales señaladas para los tipos II, III, IV y V.

Tipo II. Para usarse en construcciones a base de concreto cuando se requiera acción moderada de sulfatos o cuando se requiera generación moderada de calor de hidratación.

Tipo III. Para usarse en construcciones a base de concreto cuando se requiera alta resistencia a temprana edad.

Tipo IV. Para usarse en construcciones a base de concreto cuando se requiera bajo calor de hidratación.

Tipo V. Para usarse en construcciones a base de concreto cuando se requiera alta resistencia a la acción de los sulfatos.*

Cemento blanco. El cemento Portland blanco se considera clasificado dentro del Tipo I, dado su bajo o nulo contenido de óxido férrico, se caracteriza por ser blanco y no gris y se usa principalmente en acabados.

A.01.d El cemento Portland-puzolana se clasifica en un solo tipo y con un grado de calidad; se identifica en el mercado como C-2, I-P o II-PZ y se usa en obras donde se requiere por ejemplo resistencia a la acción de los sales de aguas de lagos.

* Se deberá tomar en cuenta que este tipo de cemento no se encuentra comercialmente en México.

A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cemento Portland	NOM C-1
Cemento Portland-puzolana	NOM C-2
Método de prueba para la determinación de la finura de cementos hidráulicos mediante la criba NOM F 0.045 (ASTM No. 325)	NOM C-49
Determinación de la finura de los cementos hidráulicos. Método de permeabilidad al aire	NOM C-56
Método de prueba para determinar la consistencia normal de cementos hidráulicos	NOM C-57
Determinación del tiempo de fraguado de cementos hidráulicos. Método de Vicat	NOM C-59
Determinación de la resistencia a la compresión de cementos hidráulicos	NOM C-61
Método de prueba para determinar la sanidad de cementos hidráulicos	NOM C-62
Muestreo de cementos hidráulicos	NOM C-130
Determinación del análisis químico de cementos hidráulicos	NOM C-131
Método de prueba para la determinación del fraguado falso del cemento Portland, por el método de pasta	NOM C-132
Determinación del calor de hidratación de cementos hidráulicos	NOM C-151
Determinación de la actividad puzolánica	NOM C-273

A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

A.03.a Requisitos químicos. Los cementos deben satisfacer los requisitos químicos establecidos en la tabla Q02-1.

Tabla 002-1. Requisitos químicos

Compuestos y características	Cemento Portland Tipo					Cemento Portland-puzolana
	I	II	III	IV	V	
Oxido de silicio (SiO_2), porcentaje mfn.	-	21.0	-	-	-	-
Oxido de aluminio (Al_2O_3), porcentaje máx.	-	6.0	-	-	-	-
Oxido férrico (Fe_2O_3), porcentaje máx.	-	6.0	-	6.5	-	-
Oxido de magnesio (MgO), porcentaje máx.	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Aluminato tricálcico ($3CaO Al_2O_3$), porcentaje máx.	-	8	15	7	5	-
Trifóxido de azufre (SO_3), porcentaje máx.						
Cuando ($3CaOAl_2O_3$) es 8% o menor:	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3	5.0
Cuando ($3CaOAl_2O_3$) es mayor de 8%:	3.5	-	4.5	-	-	-
Pérdida por calcinación, porcentaje máx.	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	8.0
Residuo insoluble, porcentaje máx.	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	-
Silicato tricálcico ($3CaO SiO_2$), porcentaje máx.	-	-	-	35	-	-
Silicato dicálcico ($2CaO SiO_2$), porcentaje máx.	-	-	-	40	-	-
Aluminoferrito tetracálcico más dos veces el aluminato tricálcico ($4CaO Al_2O_3 Fe_2O_3$) + 2 ($3CaO Al_2O_3$) o solución sólida						
($4CaO Al_2O_3 Fe_2O_3$ + 2 $CaO Fe_2O_3$), porcentaje máx.	-	-	-	-	20.0	-

A.03.b. Requisitos físicos. Los cementos deberán satisfacer los requisitos físicos establecidos en la tabla 002-2.

A.03.c. Manejo. El cemento que se utilice en las obras del Metro podrá manejarse a granel o envasado en bolsos de cincuenta kilogramos, según se indique en el proyecto o autorice el Representante.

1. *Cemento a granel.* Para que se autorice el suministro de cemento a granel, será requisito indispensable que se disponga de equipo adecuado para manejarlo y almacenarlo.

Los requerimientos mínimos para el manejo son:

a) Equipo de conducción neumática para transportar el cemento del silo del fabricante al vehículo autorizado, sin que ocurran pérdidas ni alteraciones de calidad o de uniformidad del mismo durante la operación de carga.

b) Vehículos acondicionados especialmente para el transporte de cemento a granel, provistos de recipientes herméticos e impermeables para alojar el cemento, sin que ocurran pérdidas ni alteraciones de volumen, calidad o uniformidad durante todo el periodo de transportación a la obra.

c) Equipo de conducción neumática o mecánica para transportar el cemento del vehículo autorizado al silo de almacenamiento en obra, sin que ocurran pérdidas ni alteraciones de volumen, calidad o uniformidad del mismo durante la operación de descarga.

2. *Cemento en sacos.* El transporte de la fábrica a la obra deberá efectuarse en vehículos cuyos recintos destinados a la carga ofrezcan seguridad en cuanto a que el cemento no sufra daños ni alteraciones durante el periodo de transporte.

A.03.d. Almacenamiento

1. Todo cemento deberá almacenarse en depósitos protegidos contra la intemperie, apropiadamente ventilados, para impedir la absorción de humedad y con fácil acceso para su inspección y muestreo.

2. Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel 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 grados respecto a la horizontal en el fondo, para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular. Los silos que no sean de construcción circular deberán es-

Tabla 012.2. Requisitos físicos

Características	Cemento Portland Tipo					Cemento Portland-puzolana
	I	II	III	IV	V	
Finura, superficie específica, en cm ² /g. Método de permeabilidad al aire. Valor mínimo de cualquier muestra Valor promedio mínimo	2 800	2 800	-	2 800	2 800	2 800 3 000
Santidad (prueba de fraguado), expansión máxima, en porcentaje	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.50
Tiempo de fraguado, método Vicat: Fraguado inicial, en minutos, mínimo Fraguado final, en horas, máximo	45 8	45 8	45 8	45 8	45 8	45 7
Resistencia a la compresión, en cubos de mortero 1:2.75 en peso (arena graduada estándar), relación agua/cemento constante e igual a 0.485*. Valor mínimo, en MPa (kg/cm ²):						
A las 24 horas	-	-	12.7(130)	-	-	-
A los 3 días	12.7(130)	10.3(105)	24.5(250)	-	8.3(85)	10.0(102)
A los 7 días	19.6(200)	17.2(175)	-	6.9(70)	15.2(155)	15.0(153)
A los 28 días	-	-	-	17.2(175)	20.6(210)	25.0(255)
Cantidad retenida por método húmedo en criba NOM F 0.045 (ASTM No. 325), porcentaje máximo	-	-	-	-	-	18.0
Índice de actividad de la puzolana empleada con el cemento Portland, porcentaje del testigo a 28 días mínimo	-	-	-	-	-	75

* La relación de agua/cemento para el cemento Portland-puzolana será la necesaria para dar una fluidez de 110 por ciento con tolerancia de ± 5 por ciento (norma NOM C-61).

tar provistos de cojines de deslizamiento que no se atasquen, por los cuales se puedan introducir a intervalos pequeñas cantidades de aire a baja presión de aproximadamente 19.6 a 39.2 kPa (0.2 a 0.4 kg/cm²) para saltar al cemento que se haya compactado dentro de los silos. Los silos de almacenamiento deben ser vaciados con frecuencia, cuando menos una vez al mes, para impedir la formación de castros de cemento.

- El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para permitir la apropiada circulación del aire. Para un periodo de almacenamiento menor de 60 días, deberá evitarse que se superpongan más de 14 sacos de cemento y para periodos mayores no deben superponerse más de 8 sacos. El peso de cada saco será de 50 kg con tolerancia de ± 750 gramos.
- El lugar de almacenamiento del cemento deberá ser autorizada por el Representante y deberá reunir las condiciones de seguridad necesarias para la inalterabilidad del cemento.