

54
2ij



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



U.N.A.M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES - CUAUTITLAN

"FUNDAMENTOS E INGENIERIA PARA
INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION"



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
JOSE LUIS GUTIERREZ SANCHEZ

ASESOR: ING. JAIME RODRIGUEZ MARTINEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. MEX.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR U. N. A. M.
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Cevallos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
"Fundamentos e Ingeniería para Instalaciones Eléctricas e Iluminación".

que presenta el pasante José Luis Gutiérrez Sánchez
con número de cuentas B200186-5 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuahtitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 23 de abril de 1996

PRESIDENTE Ing. Casildo Rodríguez Arciniaga

VOCAL Ing. Francisco Gutiérrez Santos

SECRETARIO Ing. Jaime Rodríguez Martínez

PRIMER SUPLENTE Ing. Martha Urrutia Vargas

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Oscar Cervantes Torres

[Firma] 6-Mayo-96
[Firma] 6-Mayo-96
[Firma] 23. Abril 96
[Firma] 6-Mayo-96
[Firma] 6-Mayo-96

A DIOS:

QUIEN SIGNIFICA TODO LO QUE CONFORMA MI VIDA, ALELUYA SENOR.

A MI MADRE:

ALICIA GARCIA DE GUTIERREZ.

A QUIEN LE DEBO MI VIDA:

CON EL MAS PROFUNDO CARINO; POR LA FUERZA, EL IMPULSO Y LA CONFIANZA QUE TUVO Y TIENE PARA QUE REALICE MIS METAS; Y PARA QUIEN OFRECIÓ EL MAYOR DE MIS SACRIFICIOS Y LOGROS EN ESTA VIDA, YA QUE SIN SU APOYO NO HUBIERA SIDO POSIBLE LA CULMINACION DE MIS ESTUDIOS, POR QUE TU FORMASTE MI CARACTER Y DECISION Y POR TU MANO DURA Y FIRME. MUCHISIMAS GRACIAS MADRE.

A MI PADRE:

JUAN GUTIERREZ RAMIREZ.

CON RESPETO Y ADMIRACION, POR QUE TE LO MEREDES YA QUE NOS DISTE CON TU TRABAJO, ESFUERZO, CANSANCIO Y SUDOR, TODO, SIN PEDIARNOS NADA A CAMBIO. Y POR SER UN PADRE COMO HAY MUY POCOS, ESPERO QUE COMPRENDAS CON ESTA TESIS LO ORGULLOSO QUE ME SIENTO DE TI, AL COMPARTIR MIS LOGROS CONTIGO; MIL GRACIAS PADRE Y QUE DIOS TE BENDIGA SIEMPRE.

A MIS HERMANAS:

LIC. EN DERECHO.-HERMINIA LETICIA GUTIERREZ GARCIA.

RESPECTUOSAMENTE CON MI ETERNA GRATITUD; YA QUE NUNCA ESCATIMASTE NINGUN SACRIFICIO PARA DARNME LA OPORTUNIDAD A REALIZAR MIS ESTUDIOS, POR QUE FUISTES MAS QUE UNA HERMANA, UNA AMIGA Y COMPAÑERA EN LOS MOMENTOS MAS DIFICILES Y PELIGROSOS A TI QUE TE DEBO MUCHO. SE QUE CON ESTO NO LO COMPENSO PERO TE LO OFREZCO CON AMOR Y DE ORAZON. TI QUE ERES DE LO MEJOR UN MILLON DE GRACIAS.

LIC. EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS.-LILIA GUTIERREZ GARCIA.

POR SER UN EJEMPLO EN LA PERSEVERANCIA Y TENACIDAD PARA LA PREPARACION PROFESIONAL, POR SER LA PRIMERA EN LA FAMILIA EN IMPONER UN LOGRO PARA TODOS NOSOTROS Y POR QUE TU CONDUCTA ME INSPIRO PARA ROMPER LOS OBSTACULOS Y LAS ADVERSIDADES NO SOLO EN LA ESCUELA SI NO EN TODA MI VIDA, A TU GRANDISIMA DECISION Y CARACTER MUCHAS GRACIAS.

A MI NIÑA:

MARIA CRUZ ESPINOSA ALONSO.

POR QUE SIN TU APOYO, COMPRENSION Y DESVELO NO SERIA POSIBLE ESTA META, POR CREER EN MI SIEMPRE, AUNQUE TODO DEMOSTRARA LO CONTRARIO. POR TU CONFIANZA SIN LIMITE Y POR SER COMO ERES, TE DEDICO ESTA OFRENDA EN RECONOCIMIENTO A TU VALOR, MUCHAS GRACIAS..

A LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CANTILLAN QUE ME RECIBIO EN SUS INSTALACIONES Y ME OTORGO EL DON DE LA SUPERACION.

EL MAESTRO:

JOSÉ JUAN CORTÉS ESPINOSA.

POR SUS PALABRAS QUE ME ALENTARON A IR SIEMPRE ADELANTE Y DE FRENTE CONTRA LOS OBSTACULOS QUE SE FUERAN PRESENTANDO PARA NO DEJARME VENCER ANTE LAS CONTRARIEDADES DESDE EL INICIO DE MI CARRERA, EN MI PRIMER MATERIA DE CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL, A USTED QUE SIN SABERLO ME MOTIVO PARA SALIR AVANTE, MIL GRASIAS.

AL HONORABLE JURADO:

**ING. CARLOS MARTINEZ ASCENIGA.
ING. FRANCISCO GUTIERREZ GONZALEZ.
ING. JAMES MARTINEZ MARTINEZ.
ING. MARTINA MARTINEZ VILLAS.
ING. OSCAR CRISTIANOS TORRES.**

A TODOS Y CADA UNO DE USTEDES QUIENES FORMARON PARTE DE MI FORMACION EN LAS DIFERENTES ASIGNATURAS. POR DAR LO MEJOR DE USTEDES EN MI FORMACION Y ASESORIA, PUES CADA UNO DE USTEDES FORJO EN MI LA DECISION Y EL CARACTER. MI INFINITO AGRADECIMIENTO Y DESINTERESADA AYUDA POR SIEMPRE PARA USTEDES.

A LA FAMILIA MARTINEZ:

**EMILIO GONZALEZ.
OSCAR MARTINEZ.
E MILAN.**

GRACIAS POR DARLE UN SENTIDO DIFERENTE A MI VIDA, EN EL MOMENTO JUSTO Y CON EL MAS SINGULAR DE LOS TOQUES, LA AMISTAD. YA QUE CON SU EXPERIENCIA Y SABIDURIA ME HAN MOSTRADO UNA VIDA EN CONTRASTE ALA QUE CONOCIA, MAS ALEGRE, SUTIL Y SURLIME, POR DEMOSTRARME CON SU MADUREZ Y CONSEJO LA FORMA CORRECTA DE ACEPTAR Y CORREGIR LAS COSAS. A USTEDES CON CARINO RESPETO Y ADMIRACION. MUCHAS GRACIAS.

A MIS PADRES, AMIGOS Y COMPANEROS.

A TODOS MIS PROFESORES DE LA CARRERA.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

I N D I C E

FUNDAMENTOS E INGENIERIA PARA INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION.

ANALISIS PARA EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

	PAG.
P R O L O G O	
CAPITULO 1.-INTRODUCCION Y ANTECEDENTES.....	1
CAPITULO 2.-CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES E INTERPRETACION DE PLANOS Y NORMAS.....	13
CAPITULO 3.-PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.....	29
CAPITULO 4.-SISTEMAS DE TIERRA.....	40
CAPITULO 5.-SELECCION, CALCULO DE CONDUCTORES Y CANALIZACIONES....	49
CAPITULO 6.-CONTACTOS. (RECEPTACULOS).....	91
CAPITULO 7.-ESTUDIO DE CARGAS PARA TABLERO PRINCIPAL Y DERIVADOS....	94
CAPITULO 8.-CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.....	106

ILUMINACION.

CAPITULO 9.-CALCULO DE LUMINARIOS POR LOS METODOS DE LUMEN Y PUNTO POR PUNTO PARA ILUMINACION EN INTERIORES.....	124
CAPITULO 10.-CALCULO Y SELECCION DE LUMINARIOS PARA EL PROYECTO DE ALUMBRADO EXTERIOR.....	166
CAPITULO 11.-CONSIDERACIONES PARA LA ILUMINACION DE TUNELES.....	216
CONCLUSIONES.....	232
RECOMENDACIONES.....	234
BIBLIOGRAFIA.....	236

RESUMEN.

LA SIGUIENTE TESIS REPRESENTA EL PROYECTO MAS AMBICIOSO QUE HASTA LA FECHA ME HE ENCARGADO, ES EN ESENCIA LO MAS RECONFORTANTE Y APASIONANTE QUE HE REALIZADO EN MI VIDA COMO PROFESIONAL. YA QUE EN EL PLASMO EL GRAN CUMULO DE INFORMACION Y EXPERIMENTACION ADQUIRIDOS A LO LARGO DE MI DESEMPEÑO COMO PROYECTISTA Y ELECTRICISTA, EN LAS INSTALACIONES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES REALIZADAS.

AQUI SE DETALLARAN DESDE UNA NORMA HASTA LA FORMA MAS INTRINSECA DE ADAPTARSE AL MEDIO DE DESARROLLO DE LA INSTALACION A TRATAR.

DESDE EL INDICE SE DENOTA UN INTERES MUY GRANDE Y APASIONANTE POR LO QUE SE REFIERE A EL TEMAS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION POR LO QUE EL TRABAJO REALIZADO ES TAN EXTENSO COMO SE APRECIA EN EL INDICE Y EL VOLUMEN DEL CONTENIDO.

YA QUE EL FIN PRIMORDIAL ES EL DE PROPORCIONAR AL LECTOR UNA TESIS COMPLETA Y EXTENSA AL MISMO TIEMPO. Y QUE LE SEA ATRACTIVA Y NO APATICA AL MOMENTO DE LA LECTURA, ESTO ES QUE MIENTRAS MAS SE LEA MAS SE INCREMENTE EL INTERES POR EL LECTOR Y SE DERIVE DE AHI EL INTERES POR EL CONTENIDO EN GENERAL DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION, YA QUE POR LO REGULAR NO SE DISPONE DE UN SOLO VOLUMEN QUE CONTEMPLE TODOS LOS TEMAS EN SU ESENCIA, SINO QUE ALGUNOS LIBROS SOLO TRATAN DOS O TRES TEMAS, ES ASI COMO SE DESEA PROVEER AL ALUMNO DE UN COMPENDIO GENERAL DE LO QUE ES EL:

ANALISIS PARA EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION.

Y QUE ESTO LE SEA DE GRAN AYUDA NO SOLO EN EL CUMPLIMIENTO DE TRABAJOS ACADÉMICOS SINO TAMBIEN DE PROYECTOS FUTUROS, PARA QUE LA INGENIERIA DE DISEÑO Y ESTRUCTURACION EN LAS INSTALACIONES SE DESARROLLE Y EVOLUCIONES EN FORMA PROGRESIVA Y PARA EL CONFORT A FIN DE CUENTAS DE NUESTROS NIÑOS Y DE NUESTROS DECEDENTES.

CAPITULO NUMERO 1.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

1.-INTRODUCCION.

EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA DE LAS LLAMADAS FUENTES DE ALIMENTACION A LAS CARGAS O CENTROS DE CONSUMO SE REQUIERE DE LA INTERVENCION DE UN CONJUNTO DE ELEMENTOS PARA CUMPLIR CON TAL FIN, QUE DEBEN SER CALCULADOS DE ACUERDO A LOS REQUISITOS QUE TIENEN QUE SATISFACER.

LA DETERMINACION DE LAS CARACTERIZTICAS DE ESTE CONJUNTO DE ELEMENTOS, EL ARREGLO LA DISPOSICION QUE LLEVEN DENTRO DE UNA INSTALACION , Y LOS ASPECTOS FUNCIONALES Y DE ESTETICA ES LO QUE SE CONOCE COMO EL DISEÑO DE UNA INSTALACION ELECTRICA, QUIE DEPENDIENDO DE QUE SEA RESIDENCIAL, COMERCIAL O INDUSTRIAL PODRA TENER DISTINTOS CRITERIOS QUE DEBEN SER CONSIDERADOS DESDE LA PLANEACION Y QUE DESDE LUEGO ESTARAN DE ACUERDO CON LAS NORMAS Y REGLAMENTOS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.

EN EL PROYECTO DE CUALQUIER INSTALACION ELECTRICA DE ALUMBRADO O FUERZA ES CONVENIENTE TOMAR EN CONSIDERACION QUE DEBE CUMPLIR CON LOS SIGUIENTES REQUISITOS:

CAPACIDAD.

FLEXIBILIDAD.

ACCESIBILIDAD.

CONFIBILIDAD.

2. ANALISIS PRELIMINAR PARA EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

PARA PROYECTAR UNA INSTALACION ELECTRICA ES CONVENIENTE QUE EL PROYECTISTA O GRUPO DE PERSONAS ENCARGADAS DEL PROYECTO HAGAN UN ANALISIS PREVIO DE LA INSTALACION QUE SE TRATE, EN EL QUE SE CONSIDERE EL TIPO DE INSTALACION DESDE EL PUNTO DE VISTA ARQUITECTONICO Y DE SERVICIO, ES DECIR SI SE TRATA DE UN EDIFICIO PARA UNA INDUSTRIA, COMERCIO, ESCUELA, DEPARTAMENTOS, ETC. Y CON ESTO TAMBIEN EL TIPO DE CARGAS Y FORMA DE SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA.

TIPO DE CONSTRUCCION.

EN LA PRIMERA APROXIMACION DE UN PROYECTO ES NECESARIO ANALIZAR EL SISTEMA ELECTRICO DESDE UN PUNTO DE VISTA GENERAL QUE CONSIDERE CARACTERIZTICAS DEL TIPO DE CONSTRUCCION, COMO SON DIMENSIONES GENERALES , SI ES DE UNO O VARIOS NIVELES, ALTURA DE OFICINAS, SALAS AVES, ETC.

PLANACION ELECTRICA GENERAL.

EN UNA PLANEACION GENERAL PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRICO, SE EMPIEZA CON LA DETERMINACION Y ESTUDIO DEL TAMAÑO Y NATURALEZA DE LA CARGA POR ALIMENTAR, ESTO SIGNIFICA UNA APROXIMACION DE LA CARGA EN WATTS/METRO CUADRADO, NUMERO Y TAMAÑO DE LOS MOTORES (CAPACIDAD EN HP) DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE OTRAS CARGAS Y SU LOCALIZACION POR AREAS DENTRO DE LA CONSTRUCCION Y ANALIZAR EL MEJOR SISTEMA DE DISTRIBUCION POSIBLE.

SELECCION DEL EQUIPO.

EN CUALQUIER TIPO DE INSTALACION ELECTRICA DEBE PROCURARSE TENER UN MAXIMO DE NORMALIZACION EN EL EQUIPO , TANTO EN EL TIPO COMO EN LAS CAPACIDADES DE LOS MISMOS , CON EL OBJETO DE SOLICITAR EL SUMINISTRO DE LA ENERGIA CON VOLTAJES DE SUMINISTRO NORMAL EN EL NIVEL QUE CORRESPONDA, CONSIDERAR LA ECONOMIA QUE REPRESENTA LA SELECCION DEL EQUIPO DE FABRICACION ESTANDAR COMO TRANSFORMADORES, INTERRUPTORES Y OTRO EQUIPO QUE RESULTARIA DE COSTO ELEVADO SI FUERA DE FABRICACION ESPECIAL. ADEMAS LA NO ESTANDARIZACION DEL EQUIPO TRAE PROBLEMAS DE COMPLICACION EN EL MANTENIMIENTO, INVENTARIO DEL EQUIPO , Y LA EFICIENCIA DEL PERSONAL AL NO ESTAR ESTANDARIZADO ESTE.

SUMINISTRO DE LA ENERGIA.

EL SUMINISTRO DE LA ENERGIA SE HACE GENERALMENTE POR UNA COMPANIA SUMINISTRADORA UNICA, EN EL CASO DE LA REPUBLICA SE HACE POR MEDIO DE LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, Y LA GENERACION POR EMPRESAS PARA SU PROPIO USO ESTA RESTRINGIDA SOLO A CASOS MUY ESPECIALES, POR LO QUE SE DEBE CONJUGAR LAS CARACTERIZTICAS DE LA ENERGIA ELECTRICA QUE SE COMRA CON LAS CARACTERIZTICAS DEL EQUIPO A INSTALAR, ESTO ES: LA FRECUENCIA, NIVELES DE VOLTAJE, ETC. EN ALGUNOS CASOS LA DISTRIBUCION DE LA ENERGIA DENTRO DE UN AREA CONSIDERABLE REQUIERE DE COMPRAR LA ENERGIA Y DISTRIBUIRLA INTERNAMENTE MEDIANTE SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y ES FRECUENTE ENCONTRAR DIFERENTES NIVELES DE VOLTAJE EN ESTOS CASOS , POR LO QUE SE REQUIERE DEL USO DE SUBESTACIONES PARA LA DISTRIBUCION.

PARA EL TIPO DE INSTALACION A SEGUIR EXISTEN DIVERSOS TIPOS DE DISTRIBUCION PARA NUESTRO CASO EN CONCRETO EL TIPO ES QUE DE UNA PLANTA METALURGICA ES EL DE UNA INSTALACION INDUSTRIAL.

LA CUAL SE CONSIDERA A CONTINUACION.

ANEXOS Y ESTUDIOS DE CARGAS.

DISTINOS TIPOS DE SISTEMAS DE ALIMENTACION:

MONOFASICO A DOS HILOS.

(UN HILO DE CORRIENTE Y UNO NEUTRO).

MONOFASICO A TRES HILOS.

(DOS HILOS DE CORRIENTE Y UNO NEUTRO).

TRIFASICO A TRES HILOS.

(TRES HILOS DE CORRIENTE).

TRIFASICO A CUATRO HILOS.

(TRES HILOS DE CORRIENTE Y UNO NEUTRO).

ANTECEDENTES

INSTALACIONES ELECTRICAS

LA ELECTRICIDAD EN CUALQUIER PAIS ES MUCHO MAS QUE UNA PRODUCCION NACIONAL. TIENE MUCHA IMPORTANCIA PROFUNDA SOCIALMENTE. HA CONSTITUIDO LA PRINCIPAL INFLUENCIA BENEFICA PARA LA MEJORA DE NUESTRO NIVEL DE VIDA.

LA APLICACION EN GRAN ESCALA DE LA ENERGIA TARDO EN DESARROLLARSE. SU PRIMERA UTILIZACION IMPORTANTE FUE EL ALUMBRADO DE CASAS, TIENDAS Y OFICINAS.

HACIA 1870, EL ALUMBRADO ELECTRICO HABIA PASADO DE SER UNA CURIOSIDAD A ALGO CON UN DEFINIDO Y PRACTICO FUTURO; LAS LAMPARAS DE ARCO CONSTITUYERON LA PRIMERA FORMA DE ALUMBRADO, EN PARTICULAR PARA LAS CALLES PRINCIPALES. CUANDO LA LAMPARA DE FILAMENTO INCANDESCENTE SALIO AL MERCADO, EL ALUMBRADO ELECTRICO TOMO TAL IMPORTANCIA QUE LIMITO SEVERAMENTE LA UTILIZACION DEL GAS CON ESE PROPOSITO. PERO HASTA QUE SE FABRICARON LAMPARAS INCANDESCENTES BARATAS Y SEGURAS, EL ALUMBRADO ELECTRICO NO ENCONTRO SU LUGAR EN TODOS LOS HOGARES. E INCLUSO ENTONCES LOS ESCAPARATES SIGUIERON ALUMBRANDOSE CON ARCO SUSPENDIDAS EN LA FACHADA INTERIOR, DEBIDO A LA BAJA POTENCIA DE LAS PRIMITIVAS BOMBILLAS INCANDESCENTES.

LAS INSTALACIONES DE LOS PRIMITIVOS TIEMPOS ERAN MUY RUDIMENTARIAS Y A MENUDO PELIGROSAS. DEBIDO QUE EN 1881, LA INSTALACION DE HATFIELD HOUSE (LONDRES), FUE EFECTUADA POR UN ARISTOCRATA AFICIONADO. EL HECHO DE QUE RESULTABA PELIGROSA NO ATEMORIZABA A LOS VISITANTES, LOS CUALES ... CUANDO LOS CABLES DESNUDOS QUE CORRIAN POR EL TECHO PROVOCABAN UNA LLAMA, LES ARROJABAN TRANQUILAMENTE UNOS ALMOHADONES MIENTRAS PROSEGUIAN SU CONSERVACION. LOS RECUBRIMIENTOS PARA AISLAMIENTO DE CABLES EN AQUELLOS DIAS PRIMITIVOS SE COMPONIAN DE TELAS Y GUTAPERCHA. EL PROGRESO EN EL AISLAMIENTO DE LOS CABLES SE REALIZO CON LA INTRODUCCION DEL CAUCHO VULCANIZADO, QUE TODAVIA EMPLEAMOS HOY EN DIA. LA PRIMERA APLICACION DE UNA VAINA DE FISMO AL CABLE YA RECUBIERTO DE CAUCHO FUE REALIZADA POR LOS HERMANOS SIEMENS.

LA FORMA EN QUE DENOMINAMOS LOS CABLES

TAMBIEN ES ORIGINARIA DE SIEMENS CUYO PRIMER SISTEMA CONSISTIA EN DAR A CADA CABLE CIERTA LONGITUD DE ACUERDO CON UNA RESISTENCIA ESTANDAR DE 0.1 OHMIOS. UN CABLE DEL NUMERO 90 DE SU CATALOGO ERA UN CABLE DE 90 YARDA, EL CUAL TENIA UNA RESISTENCIA DE .1 OHMIOS. LOS CALIBRES DE CABLE SE CONOCIAN, GENERALMENTE COMO "CALIBRE STANDAR DE CABLES" DURANTE MUCHOS AÑOS SE HAN EMPLEADO CABLES ORDINARIOS VRI PARA EL 75% DE LAS INSTALACIONES. PRIMERO SE UTILIZARON EN CONDUCTOS DE MADERAS Y, POSTERIORMENTE EN CONDUCTO METALICO. LOS DE MADERA FUERON UNO DE LOS PRIMEROS INVENTOS.

SE TOMO LA COSTUMBRE DE SEPARAR LOS CONDUCTORES SIENDO CONSIDERADA ESA SEPARACION COMO UNA GARANTIA NECESARIA CONTRA EL RIESGO DE QUE LOS CABLES SE TOCAREN Y PROVOCASEN UN INCENDIO. EL ESCOGER UN CABLE A PRINCIPIOS DE SIGLO CONSTITUIA UN PROBLEMA. DE UN SOLO CATALOGO SE PODIAN ESCOGER HASTA 56 TIPOS DISTINTOS, CON MAS DE 14 GRADOS DIFERENTES DE AISLAMIENTO. ESTOS GRADOS SE ESCRIBIAN COMO LIGERO, ALTO, MEDIO O REFORZADO. HOY EXISTEN DOS TIPOS DE AISLAMIENTO PARA 250V-440V Y 660V-110V, Y LOS CALIBRES DE LOS CABLES YA SOLO SON 19.

EN 1911 LLEGO AL MERCADO EL FAMOSO "SISTEMA DE CABLEADO HENLEY". SE COMPONIA DE CABLES PLANOS DOBLES CON UNA VAINA DE ALEACION DE PLOMO. UNAS CAJAS DE CONEXION ESPECIALES GARANTIZABAN AUTOMATICAMENTE UNA BUENA CONTINUIDAD ELECTRICA SI ESTABA BIEN INSTALADA.

EL AISLAMIENTO ERA DE CAUCHO. SE HIZO MUY POPULAR. ES MAS SE REVELO TAN FACIL DE INSTALAR QUE SURGIO GRAN CANTIDAD DE GENTE NO CALIFICADA EN EL CAMPO DE LAS INSTALACIONES, QUE A SI MISMOS SE LLAMABAN "ELECTRICISTAS". CUANDO RECIBIO LA APROBACION DE LAS REGULACIONES IEE, SE CONVIRTIÓ EN UN SISTEMA DE CABLEADO OFICIAL, QUE SE USA TODAVIA HOY EN DIA.

OBJETIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA

LOS OBJETIVOS A CONSIDERAR EN UNA INSTALACION ELECTRICA: ESTAN DE ACUERDO A BUEN CRITERIO DE TODAS Y CADA UNA DE LAS PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO, CALCULO Y EJECUCION DE LA OBRA ESTANDO DE ACUERDO ADEMAS CON LAS NECESIDADES A CUBRIR SIN EMBARGO, CON EL FIN DE DAR MARGEN A LA INICIATIVA DE TODOS Y CADA UNO EN PARTICULAR. SE ENUMERAN ALGUNOS OBJETIVOS TALES COMO:

- 1-.SEGURIDAD CONTRA ACCIDENTES E INCENDIOS.
- 2-. EFICIENCIA .
- 3-.ECONOMIA.
- 4-.MANTENIMIENTO.
- 5-.DISTRIBUCION DE EQUIPOS, APARATOS, MAQUINARIA.
- 6-.ACCESIBILIDAD.

SEGURIDAD-.LA SEGURIDAD CONTRA ACCIDENTES E INCENDIOS DEBE SER JUZGADA Y PREVISTA DESDE TODOS LOS PUNTOS DE VISTA POSIBLES.PARA OPERARIOS EN INDUSTRIAS Y PARA USUARIOS EN CASAS. HABITACION . OFICINAS, ESCUELAS ETC;ES DECIR, UNA INSTALACION ELECTRICA BIEN PLANEADA Y CONSTRUIDA, CON SUS PARTES PELIGROSAS PROTEGIDAS Y COLOCADAS EN LUGARES ADECUADOS, EVITA AL MAXIMO ACCIDENTES E INCENDIOS.

EFICIENCIA-.LA EFICIENCIA DE UNA INSTALACION ELECTRICA, ESTA EN RELACION DIRECTA A SU CONSTRUCCION Y ACABADO.LA EFICIENCIA DE LAS LAMPARAS, APARATOS, MOTORES, EN FIN DE TODOS LOS RECEPTORES DE ENERGIA ELECTRICA DE MAXIMA SI A LOS MISMOS SE LES RESPETAN SUS DATOS DE PLACA TALES COMO TENSION, FRECUENCIA, ETC.A PARTE DE SER CORRECTAMENTE CONECTADOS.

EN CUENTA LA INVERSION INICIAL EN MATERIALES Y EQUIPOS SINO, HACIENDOUN ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO DE:LA INVERSION INICIAL.CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA, GASTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO ASI COMO LA AMORTIZACION DE MATERIAL Y EQUIPOS.LO ANTERIOR IMPLICA EN FORMA GENERAL QUE LO CONVENIENTE ES CONTAR CON MATERIALES, EQUIPOS Y MANO DE OBRA DE BUENA CALIDAD, SALVO NATURALMENTE LOS CASOS ESPECIALES DE INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES.

MANTENIMIENTO-.EL MANTENIMIENTO DE UNA INSTALACION ELECTRICA,DEBE EFECTUARSE PERIODICAMENTE Y SISTEMATICAMENTE,PRINCIPALMENTE CON LIMPIEZA Y REPOSICION DE PARTES,RENOVACION Y CAMBIO DE EQUIPOS.

DISTRIBUCION--.TRATANDOSE DE EQUIPOS DE ILIMINACION,UNA BUENA DISTRIBUCION DE ELAS REDUNDA TANTO EN UN BUEN ASPECTO COMO UN NIVEL LUMINICO UNIFORME A NO SER DE QUE SE TRATE DE ILIMINACION LOCALIZADA.TRATANDOSE DE MOTORES Y DEMAS EQUIPOS,LA DISTRIBUCION DE LOS MISMOS DEBERA DEJAR ESPACIO LIBRE PARA OPERARIOS Y CIRCULACION LIBRE PARA EL DEMAS PERSONAL.

ACCESIBILIDAD-.AUNQUE EL CONTROL DE EQUIPOS DE ILUMINACION Y MOTORES ESTA SUJETO A LAS CONDICIONES DE LOS LÓCALES,SIEMPRE DEBEN ESCOGERSE LUGARES DE FACIL ACCESO PERO,PROCURANDO COLOCARLOS EN FORMA TAL QUE EL PASO DE PERSONAS NO IDONEAS SEAN OPERADOS INVOLUNTARIAMENTE.

SISTEMAS DE CONEXION A TIERRA--TODOS LOS SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA DEBEN DE ESTAR PUESTOS A TIERRA SIEMPRE QUE AL RESPECTO LA TENSION MAXIMA RESPECTO A TIERRA NO EXCEDA DE 150VOLTS.EN LA PRACTICA,ESTO INCLUYE LAS INSTALACIONES MONOFASICAS 115V,111/230V(TAMBIEN LAS DE 230V SI,LA ACOMETIDA DERIVA DE UN TRANSFORMADOR PUESTO A TIERRA)Y TAMBIEN LAS INSTALACIONES TRIFASICAS A 120/208V.

EL CODIGO NO EXIGE,SINO QUE RECOMIENDA,LA CONEXION A TIERRA,CUANDO LA TENSION A TIERRA ES SUPERIOR A 150V Y NO EXCEDA DE 300V,(COMO EN LOS SISTEMAS A 277/480V)PERO LOS SISTEMAS QUE SE TRABAJAN CON TENSION A TIERRA SUPERIOR A LOS 300V,DEBEN ESTAR CONECTADOS A TIERRA.

EL OBJETO DE UNA CONEXION A TIERRA ES POR SEGURIDAD,UNA INSTALACION NO CONECTADA DEBIDAMENTE A TIERRA RESULTA PELIGROSO POR QUE PUEDEN OCURRIR DESCARGAS E INCENDIOS Y O AVERIAR LOS APARATOS O MOTORES.UNA PUESTA A TIERRA BIEN HECHA REDUCE LOS PELIGROS Y TAMBIEN EL DE LOS RAYOS.

LA EXPRESION CABLE A TIERRA SIGNIFICA EL HILO NEUTRO DE CIRCUITO,POR EL QUE EN FORMA NORMAL PASA CORRIENTE,PERO QUE ADEMAS

ESTA CONECTADO A TIERRA,ES DECIR SE REFIERE AL CABLE QUE VA DEL INTERRUPTOR DE SERVICIO A MASA.

CABLE DE MASA.-ES AQUEL POR EL QUE NO PASA CORRIENTE NUNCA EN TRABAJO NORMAL.VA CONECTADO A CARCASAS DE MOTORES O LAVADORAS,CAJAS DE TOMA DE CORRIENTE DE LAS QUE SE DERIVAN INTERRUPTORES O PLACAS PARA ENCHUFE.ES DECIR SE CONECTA SOLO A COMPONENTES POR LOS QUE NORMALMENTE NO DEBE PASAR LA CORRIENTE.

CABLE NEUTRO A TIERRA.-EN INSTALACIONES HABITACIONALES LA FUERZA SE CONECTA POR TRES HILOS SUMINISTRADOS POR LA COMPANIA SUMINISTRADORA DEL FLUIDO.

EL HILO N ESTA A TIERRA, Y ES LLAMADO EL NEUTRO,LOS HILOS A Y B SON LLAMADOS HILOS ACTIVOS.

EL CABLE NEUTRO VA POR LO GENERAL AISLADO DE IGUAL MODO QUE LOS ACTIVOS,EN CUYO CASO TIENEN QUE SER BLANCO,EN ALGUNOS CASOS ES UN HILO DESNUDO.LOS HILOS ACTIVOS PUEDEN SER DE CUALQUIER COLOR,EXCEPTO VERDES O BLANCOS Y POR LO COMUN SON NEGROS Y ROJOS.

PUESTO A TIERRA -.EL SISTEMA SE REFIERE A PONER A TIERRA UNO DE LOS HILOS DE LA INSTALACION Y EL EQUIPO A LOS COMPONENTES DEL SISTEMA QUE NO CONDUCE CORRIENTE(EQUIPO DE MASA).

E)-DISPOSITIVOS DE PROTECCION-.INTERRUPTORES DE CAJA DE LAMINA CONOCIDOS COMO INTERRUPTORES DE SEGURIDAD-.TABLEROS DE DISTRIBUCION O CENTROS DE CARGA-.FUSIBLES DE LAMINA DE ALEACION FLOMO Y ESTAN ^{NO}.INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS.

UNA VEZ CONOCIENDO QUE SE ENTIENDE COMO INSTALACION ELECTRICA.OBJETIVOS DE UNA INSATACION ELECTRICA Y TIPOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS ES NECESARIO SABER QUE PARA TODOS Y CADA UNO DE LOS PASOS EXISTEN CODIGOS Y REGLAMENTOS.COMO COMENTARIO ES INDISPENSABLE ME.MNCIONAR QUE HAY QUE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS TECNICOS QUE FIJA EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEXICO.

AQUI LA APLICACION,INTERPRETACION Y VIGILANCIA ES DE LA COMPETENCIA DE LA SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO A TRAVES DE LA COMISION GENERAL DE ELECTRICIDAD.SE RECOMIENDAN LAS DIMENSIONES DE PLANOS,ESCALAS Y SIMBOLOS ETC.

SISTEMA DE TIERRAS

EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS,LOS TERMINOS PUESTOS A TIERRA,TIERRA O CONEXION A TIERRA SE REFIEREN A PARTE DE UNA INSTALACION ELECTRICA DELIBERADAMENTE CONECTADA A TIERRA, GENERALMENTE A UNA TUBERIA DEL SISTEMA DE CONEXION DE AGUA O A UNA VARILLA EMPOTRADA EN EL SUELO.

LAS CONEXIONES A TIERRA SE CLASIFICAN EN DOS CATEGORIAS:

A)SISTEMA DE CONECTAR A TIERRA UNO DE LOS HILOS DE LA INSTALACION QUE CONDUCEN ELECTRICIDAD.

B)EQUIPO DE MASA,O TIERRA DE PARTES DE LA INSTALACION QUE NO CONDUCEN LA CORRIENTE,COMO EL ARMARIO DE INTERRUPTORES(CAJA),LAS CARCASAS DE LOS MOTORES O COCINAS ELECTRICAS,EL CONDUCTO METALICO DE UN CABLE O SU ARMADURA ETC.

EXPLOSIVOS, MATERIAS FACILMENTE INFLAMABLES. EN ESTAS INSTALACIONES, TANTO LAS CANALIZACIONES, COMO LAS PARTES DE UNION Y LAS CAJAS DE CONEXION QUEDAN HERMETICAMENTE CERRADAS PARA ASI, EN CASO DE PRODUCIRSE UN CORTO CIRCUITO LA CHISPA NO SALGA AL EXTERIOR LO QUE VIENE A DAR LA SEGURIDAD DE QUE JAMAS LLEGARA A PRODUCIRSE UNA EXPLOSION POR FALLAS EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

TAMBIEN SE PUEDEN CATALOGAR A TODO TIPO DE INSTALACIONES DESDE LA GENERACION HASTA LA UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA. PASANDO POR LAS ETAPAS DE LA TRANSFORMACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION, SIENDO ASI COMO SE CLASIFICAN ASI COMO INSTALACIONES ELECTRICAS DE:

- A) - ALTA TENSION (80-345KV)
- B) - EXTRA ALTA TENSION (MAS DE 345KV)
- C) - MEDIANA TENSION (66, 44, 42KV).
- D) - DISTRIBUCION DE BAJA TENSION (23-0.127KV).

ESTA CLASIFICACION ESTA DE ACUERDO A LAS TENSIONES EMPLEADAS A LOS SISTEMAS ELECTRICOS.

ELEMENTOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA :

- A) - CONDUCTORES ELECTRICOS - CABLES.
- B) - CANALIZACIONES ELECTRICAS - DUCTOS - TUBOS - CHAROLAS.
- C) - CONECTORES PARA LAS CANALIZACIONES ELECTRICAS - CAJAS DE CONEXION.
- D) - ACCESORIOS ADICIONALES - CONTACTOS, POR LAMPARAS, APAGADORES DE PLACA, DE BOTON.

CAPITULO NUMERO 2.

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES E INTERPRELACION DE PLANOS Y NORMAS.

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS:

LAS INSTALACIONES ELECTRICAS, SE CLASIFICAN EN TRES FORMAS:

- A) RESIDENCIALES.
- B) COMERCIALES.
- C) INDUSTRIALES.

A) RESIDENCIALES.-EN ESTA CLASIFICACION EXISTEN MUCHAS VARIANTES, DEBIDO A LA DIVERSIDAD DEL TIPO ARQUITECTONICO, EL CONSUMO Y EL SERVICIO SEGUN EL NIVEL DE VIDA DE LAS PERSONAS QUE LA HABITEN, POR EJEMPLO: LOS DISEÑOS ECONOMICOS QUE SE USAN EN MULTIFAMILIARES Y LOS DISEÑOS USADOS EN CASAS RESIDENCIALES GRANDES. NO IMPORTANDO EL DISEÑO, SE TIENE PROCEDIMIENTOS QUE PERMITEN CALCULAR LA INSTALACION NO IMPORTANDO EL TIPO, ADEMAS SE DEBEN RESPETAR LAS NORMAS QUE PROPORCIONA EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS SOBRE EL BUEN FUNCIONAMIENTO, ESTILO Y SERVICIO; ES DECIR SE DEBEN RESPETAR LOS NIVELES DE ILUMINACION RECOMENDADOS, SUS SALIDAS, ALTURAS RECOMENDADAS ETC;

B) COMERCIALES.-DEPENDIENDO DEL TAMAÑO Y TIPO DE ALMACEN, LAS DENSIDADES DE CARGA EN LAS INSTALACIONES VARIAN DE ACUERDO AL AREA EN DONDE SE TIENE TREINTA A CIEN WATTS POR METRO CUADRADO. POR LO GENERAL EL ALUMBRADO ES DE TIPO FLUORESCENTE SOLO VARIANDO LAS CANTIDADES DE ACUERDO CON EL NIVEL DE ILUMINACION EMPLEADO EN CADA AREA DETERMINADA.

TIPO DE INSTALACIONES

POR CAUSA QUE OBEDECEN PRINCIPALMENTE A SU ACABADO, MATERIAL EMPLEADO Y CONDICIONES DE TRABAJO ASI COMO MEDIO AMBIENTE, SE TIENEN DE DIFERENTE TIPO A SABER:

- A)-TOTALMENTE VISIBLES.
- B)-PARCIALMENTE OCULTAS.
- C)- A PRUEBAS DE EXPLOSION.

TOTALMENTE VISIBLE-. COMO SU NOMBRE LO INDICA, SUS PARTES,COMPONENTES ESTAN A LA VISTA Y PRACTICAMENTE SI PROTECCION MECANICA NI EN CONTRA DEL MEDIO AMBIENTE. ES COMUN ENCONTRARLAS EN FABRICAS,EN PLANTAS GENERADORAS Y PRINCIPALMENTE EN INSTALACIONES PROVISIONALES.

PARCIALMENTE OCULTAS-. SE ENCUENTRAN EN ACCESORIOS GRANDES O FABRICAS EN LAS QUE PARTE DEL ENTUBADO ESTAN POR PISO Y MUROS, Y LA RESTANTE POR ARMADURAS.TAMBIEN ES MUY COMUN EN EDIFICIOS COMERCIALES Y OFICINAS QUE TIENEN PLAFON FALSO.LA PARTE OCULTA ESTA EN MUROS Y COLUMNAS GENERALMENTE, Y LA PARTE SUPERPUESTA PERO ENTIBADA EN SU TOTALIDAD ES LA QUE VA ENTRE LAS LOSAS Y EL PLAFON FALSO PARA AHI MEDIANTE EN CAJAS DE CONEXION LOCALIZADAS DE ANTEMANO SE HAGAN LAS TOMAS NECESARIAS.

TOTALMENTE OCULTAS-.SON LAS QUE SE CONSIDERAN DE MEJOR ACABADO PUES EN ELLAS SE BUSCA LA MEJOR SOLUCION TECNICA ASI COMO EL MEJOR ASPECTO ESTETICO,EL QUE UNA VEZ TERMINADA LA INSTALACION SE COMPLEMENTA CON LA CALIDAD DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCION QUEDAN SOLO CON EL FRENTE EXTERIOR.

A PRUEBA DE EXPLOSION-.SE LOCALIZAN ESPECIALMENTE EN FABRICAS Y LABORATORIOS EN DONDE SE TIENEN AMB. DE LOS TORROS VOS.FOLVOS.GASES

SE SUGIERE LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES:

- 1.-SE DEBEN HACER LAS DISTRIBUCIONES PRIMARIAS A LOS CENTROS DE CARGAS POR MEDIO D SUBESTACIONES CENTRALES.
- 2.-SE DEBE HACER DENTRO DEL EDIFICIO UNA DISTRIBUCION A 440-127V CON TRES FASES Y 4 HILOS.
- 3.-LOCALIZAR LOS CENTROS DE CARGAS, SALIDAS PARA REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO.
- 4.-ES CONVENIENTE QUE EL DISEÑO DE ALUMBRADO SIGA LAS TECNICAS MAS MODERNAS.
- 5.-EN ESTACIONAMIENTOS SE DEBE EMPLEAR ALUMBRADO MERCURIAL O LAMPARAS DE CUARZO SI ES EXTERNO EN TIPO INTERNO FLUORESCENTE PREFERENTEMENTE, Y DE ACUERDO A ESTO PROVEER LA ENERGIA ELECTRICA CON UN SISTEMA DE DISTRIBUCION ADECUADA.
- 6.-EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS COMERCIALES SE SIGUEN EL MISMO PROCEDIMIENTO USADO PARA LAS INSTALACIONES RESIDENCIALES:
 - SE DEBEN ANALIZAR LAS CONDICIONES DE CARGA, PARA LAS CARGAS INSTALADAS Y FUTURAS CARGAS.
 - DEL ESTUDIO ANTERIOR SE DETERMINA EL TAMAÑO Y NUMERO DE LOS CIRCUITOS QUE SEAN NECESARIOS.
 - COMBINADO LAS CARGAS DE CADA CIRCUITO EN UNA CARGA EQUIVALENTE SE DETERMINA LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA EL SERVICIO. POR LO GENERAL SE PARTE DE UNA INFORMACION PROPORCIONADA POR LOS ARQUITECTOS EN BASE ARQUITECTONICAS EN DONDE SE MARQUE, ASI COMO EL CLIENTE. CON DICHA INFORMACION SE TIENE:
 - I.-BASADO EN UN ESTUDIO INICIAL DE LA CARGA REQUERIDA, EL PRIMER PASO A SEGUIR EN EL PROYECTO DE UNA INSTALACION, ES CONOCER LOS PLANOS ARQUITECTONICOS EN DONDE SE MARQUEN LAS DIMENSIONES Y AREAS DEL LUGAR A ILUMINAR, LA MANERA EN QUE IRA LA INSTALACION COMO SON LAS SALIDAS DE ALUMBRADO, UBICACION DE LOS MOTORES ELECTRICOS Y SALIDAS ESPECIALES.

II.-COMO SEGUNDA ETAPA ,ES LA INDICACION DE ACUERDO A LAS APLICACIONES QUE VAYA A TENER LOS DISTINTOS TIPOS DE RECEPTACULOS Y SUS CAPACIDADES.

C) INDUSTRIALES.-EN ESTE TIPO DE INSTALACIONES SE DEBE TENER PRESENTE UN SINNUMEROS DE CONDICIONES,SE MENCIONAN ALGUNAS DE ELLAS:

-LAS TUBERIAS EN DONDE SE TENGAN QUE ALIMENTAR LOS MOTORES.

-ES RECOMENDABLE QUE SE CUENTE CON LOS 2 PLANOS COMO MINIMO,UNO PARA EL SISTEMA DE FUERZA Y EL OTRO PARA EL SISTEMA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS.

-LOS MOTORES SE DEBERAN IDENTIFICAR CON PEQUEÑOS CIRCULOS,Y UN NUMERO PEQUEÑO PARA NO CONFUNDIRSE.

-COMO EN LOS CUADROS DE CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS,SE CUENTA CON CUADROS DE CARGA,DONDE SE TIENEN LOS NUMEROS DE LOS CIRCUITOS,EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES Y SU PROTECCION TERMICA,PARA LA CAPACIDAD DE LAS LAMPARAS Y LOS CONTACTOS ETC,...SE DEBERA ELABORAR UN PLANO DE FUERZA QUE CUENTE CON SU CUADRO DE CARGA QUE INDIQUE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MOTORES COMO SU POTENCIA,CALIBRE DE LOS CONDUCTORES ARRANCADORES,INTERRUPTORES MAGNETICOS Y TERMOMAGNETICOS CON SUS CORRESPONDIENTES PROTECCIONES.

PARA PODER COTIZAR UNA INSTALACION INDUSTRIAL,SE DEBERA COBRAR POR TENDIDO DE LINEAS DE ALIMENTACION,POR COLOCACION Y CONEXION DE INTERRUPTORES,CENTROS DE CARGAS,TABLEROS,MOTORES,ETC...

TAMBIEN SE TOMARA EN CUENTA EL GRADO DE DIFICULTAD EN EL TRABAJO QUE PUEDE SER CONSECUENCIA DEL LOCAL O TAM BIEN DEL MEDIO AMBIENTE.

INTERPRETACION DE LOS PLANOS

LOS PLANOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA SUELEN CONSISTIR UN UNOS ESQUEMAS DE LAS HABITACIONES DE QUE SE TRATE CON INDICACION DE LUGAR EN QUE DEBEN IR COLOCADAS LAS DIVERSAS SALIDAS PARA LOS APARATOS, ENCHUFES Y OTROS ELEMENTOS.

COMO ES NATURAL, EN LOS PLANOS NO ES POSIBLE DIBUJAR TODOS LOS ENCHUFES, INTERRUPTORES O APARATOS EN CADA UNO DE LOS LUGARES EN QUE SE DEBAN INSTALAR, SINO QUE SE UTILIZAN UNOS SIMBOLOS NORMALIZADOS.

HAY DETERMINADAS NORMAS PARA PODER REALIZAR UN PLANO ELECTRICO LAS CUALES SON DETERMINADAS POR NTIE, LAS NORMAS SON LAS SIGUIENTES:

A) LOS PLANOS ELECTRICOS DEBEN SER REALIZADOS POR INGENIEROS MECANICOS ELECTRICISTAS O INGENIEROS ELECTRICOS.

B) DEBEN TENER PUESTO LA UBICACION DETALLADAMENTE, ASI COMO EL PREDIO LA CEDULA PROFESIONAL DEL INGENIERO RESPONSABLE.

C) DEBE TENER TRAZOS FIRMES Y CLAROS

D) LOS SIMBOLOS ADECUADOS PARA EL PLANO ELECTRICO DE ACUERDO A LAS NORMAS ANTES MENCIONADAS.

E) LOS PLANOS DEBEN ESTAR EN ESCALA DE 1:100 O 1:50, SI ES EN OTRA ESCALA DEBE ESTAR INDICADO.

F) DEBEN TENER LOS DATOS DE EL BALANCEO DE CARGAS, ASI COMO EL PORCENTAJE DE DESBALANCEO.

NORMAS

PARA EJECUTAR UNA INSTALACION ELECTRICA, ES FUNDAMENTAL QUE SE REALICE SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS DEL PROYECTO PREVIAMENTE APROBADO POR LA SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL (SECOFIN), SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD DEBIDO A QUE EN EL SE TOMARON LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD ADECUADAS PARA LA INSTALACION.

LAS PRINCIPALES FALLAS QUE SE ORIGINAN EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SON DEBIDAS A LA POCA IMPORTANCIA QUE SE LES DE AL PROYECTO ELECTRICO, YA QUE AL NO CONSIDERAR EN ESTE TODOS LOS ASPECTOS Y CARACTERISTICAS DEL MEDIO AMBIENTE EN QUE OPERARA EL EQUIPO, ASI COMO LA NATURALEZA DE LAS CARGAS, Y EL TIPO DE SERVICIO A QUE SE DESTINARA, ECT. OBLIGA A TOMAR, EN LA ETAPA CONSTRUCTIVA, SOLUCIONES QUE NO SON PRECISAMENTE LAS MAS ADECUADAS DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNICO Y DE SEGURIDAD.

ES IMPORTANTE RECORDAR QUE LA LABOR MAS IMPORTANTE DE INGENIERIA DEBE DE REALIZARSE EN EL PROYECTO, Y POR LO TANTO, NO ES ACONSEJABLE DEJAR PENDIENTE PARA RESOLVER EN LA EJECUCION DE LA OBRA LOS PROBLEMAS DE DISEÑO. ES FRECUENTE OBSERVAR QUE LA FALTA DE FUNCIONALIDAD Y EFICIENCIA DE UNA INSTALACION ELECTRICA SE DEBE PRINCIPALMENTE AL HECHO DE QUE NO FUERON ESPECIFICADOS EN EL PROYECTO TODOS LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA INSTALACION.

ES NECESARIO CONSIDERAR LA SEGURIDAD, DE TAL FORMA QUE EL DISEÑO Y LA SELECCION DEL EQUIPO Y MATERIAL, GARANTICEN QUE LAS INSTALACIONES A REALIZAR OFREZCAN UN ALTO GRADO DE SEGURIDAD A LOS USUARIOS.

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION, ENTENDIENDOSE POR REGLAMENTACION "LA LEY DE SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA."

LA REGLAMENTACION DE NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LAS NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS (NTIE) LAS CUALES ENTRARON EN VIGOR A PARTIR DEL 22 DE JULIO DE 1981.

SU ANTECEDENTE ES EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS EL CUAL FUE PUBLICADO EL 31 DE MARZO DE 1950.

ASI MISMO EL ANTECEDENTE QUE RESPALDA A LAS N.T.I.E. COMO REGLAMENTO DE OBRAS ES EL REGLAMENTO NACIONAL ELECTRICO BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICA C.O DE (N.E.C.) DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

LA APLICACION DEL PRESENTE REGLAMENTO LA FORMULACION EXPEDICION Y ACTUALIZACION DE SUS NORMAS TECNICAS ASI COMO LA VIGILANCIA DE LA CORRECTA OBSERVACION DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS CORRESPONDE A LA SECOFI A TRAVEZ DE LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS (D.G.N.) EN EL AMBITO DE SUS RESPECTIVAS COMPETENCIAS.

ADENAS DE LA REGLAMENTACION SOBRE INSTALACIONES EXISTEN TAMBIEN SOBRE MATERIALES Y SOBREPERSDNASDEDICADAS A TRABAJOS EN INSTALACIONES ELECTRICAS ALGUNOS DE LOS CUALES MENCIONAMOS A CONTINUACION

A) SOBRE MATERIALES
MEDIANTE EL REGISTRO SECOFIN EXPEDIDO POR LA D.G.N. DE LA MISMA ORGANIZACION

B) SOBRE LAS PERSONAS
CON EL OBJETO DE CUBRIR LOS ASPECTOS DE SEGURIDAD REGLAMENTARIOS EN EL PROYECTO CONSTRUCCION CONSERVACION Y OPERACION DE LAS OBRAS E INSTACIONES ELECTRICAS LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD A TRAVEZ DE LA SECOFIN SE APOYA EN UN GRUPO DE PERSONAS TECNICAMENTE CAPACITADAS Y CON PLENO CONOCIMIENTO DE LA LEY DE SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA SUS REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES RELATIVAS LLAMADAS PERITOS.

SE TIENEN TRES CATEGORIAS AUTORIZADAS DE PERITOS PARA PROYECTAR EJECUTAR CONSERVAR Y OPRAR OBRAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS COMO SIGUE

I. INGENIERO.

II. TECNICOS.

III. OBREROS CALIFICADOS.

DE ACUERDO CON LAS ETAPAS DE PROCESO POR LAS QUE PASA UNA INSTALACION ELECTRICA LAS PERSONAS CALIFICADAS SERAN RESPONSABLES EN FORMA INDEPENDIENTE DE

A). PROYECTAR

B). CONSTRUIR

ASI COMO EXISTE UNA REGLAMENTACION SOBRE INSTALACIONES MATERIALES Y PERSONAS DEDICADAS A INSTALACIONES EL EQUIPO ELECTRICO DIVERSO DEBE CUMPLIR CON NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES.

1.-METODOS DE INSTALACION Y MATERIALES EMPLEADOS.

EL MATERIAL MAS COMUNMENTE USADO EN EL PAIS, EN LOS SISTEMAS DE CANALIZACION Y CONDUCCION DE ENERGIA ES EL COBRE Y ASI DEBE CONSIDERARSE EN CUALQUIER COMPENDIO DE NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS, EXCEPTO CUANDO SE MENCIONA ESPECIFICAMENTE OTRO MATERIAL.

2.-MARCAS DE IDENTIFICACION .

TODOS LOS EQUIPOS Y MATERIALES QUE SE UTILICEN EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEBEN TENER LA INDICACION DEL NOMBRE DEL FABRICANTE O UNA MARCA QUE PERMITA SU IDENTIFICACION . ASI MISMO , DEBEN TENER INDICACION DE SUS CARACTERISTICAS ELECTRICAS QUE PERMITA PRECISAR CUAL ES SU USO CORRECTO. EN LA FORMA QUE SE INDICA EN OTRAS SECCIONES DE ESTAS NORMAS TECNICAS .

3.-PUESTA A TIERRA.

LAS INSTALACIONES DEBEN CONTAR CON MEDIOS EFECTIVOS PARA CONECTAR A TIERRA TODAS AQUELLAS PARTES METALICAS DEL EQUIPO ELECTRICO U OTROS ELEMENTOS , QUE NORMALMENTE NO CONDUZCAN CORRIENTE Y QUE ESTEN EXPUESTOS A ENERGIZARSE SI OCURRE UN DETERIORO EN EL AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES O DEL EQUIPO. LA CONEXION A TIERRA DE TALES PARTES METALICAS O DE LOS CIRCUITOS DEBE HACERSE DE ACUERDO A LO DISPUESTO POR ESTAS NORMAS.

4.-RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.

TODA INSTALACION DEBE EJECUTARSE DE MANERA QUE , CUANDO ESTE TERMINADA, QUEDE LIBRE DE CORTOCIRCUITOS Y DE CONTACTOS CON TIERRA . (SIN VO LA CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA , PARA FINES DE PROTECCION , CONSECUENTEMENTE, LA RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO EN LA INSTALACION DEBE CONSERVARSE DENTRO DE LOS LIMITES ADECUADOS , DE ACUERDO CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES Y LA FORMA EN QUE ESTAN AISLADOS.

5.-CALIBRES DE CONDUCTORES.

LOS CALIBRES DE CONDUCTORES SE HAN DESIGNADO USANDO EL SISTEMA AMERICANO DE CALIBRES (AWG) Y EN CADA CASO, EN EL TEXTO SE INDICA ENTRE PARENTESIS LA EQUIVALENCIA EN MILIMETROS CUADRADOS, CUANDO EN UN ARTICULO SE HACE REFERENCIA A UN CIERTO CALIBRE DE CONDUCTORES, SIN MENCIONAR MATERIAL SE ENTIENDE QUE SE TRATA DE CONDUCTORES DE COBRE.

6.-CAPACIDAD DE INTERRUPCION.

LOS DISPOSITIVOS DESTINADOS A INTERRUPTIR CORRIENTES, DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE INTERRUPCION SUFICIENTE PARA LA CORRIENTE QUE DEBE DE SER INTERRUPTIDA, A LA TENSION NOMINAL DE OPERACION. SOLAMENTE LOS DISPOSITIVOS DISEÑADOS PARA INTERRUPTIR CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO DEBEN DE USARSE PARA TAL FIN.

7.-CONEXIONES ELECTRICAS.

CONEXIONES A TERMINALES. LA CONEXION DE LOS CONDUCTORES A TERMINALES DEBE ASEGURAR UN BUEN CONTACTO SIN DAÑAR A LOS MISMOS CONDUCTORES. EN GENERAL SE DEBEN EMPLEAR ZAPATAS SOLDADAS, DE PRESION O CUALQUIER OTRO MEDIO QUE ASEGURE UNA AMPLIA SUPERFICIE DE CONTACTO, EN EL CASO DE CONDUCTORES DE CALIBRE N.-8 AWG (8.37 MM²) O MENOR, PUEDE HACERSE LA CONEXION MEDIANTE UN TORNILLO QUE SEA ADECUADO PARA EL OBJETO.

EMPALMES. LOS CONDUCTORES DEBEN EMPALMARSE O UNIRSE DE MANERA QUE SE ASEGURE UNA BUENA CONEXION MECANICA Y ELECTRICA, SE RECOMIENDA PARA ELLO EL USO DE DISPOSITIVOS DE UNION ADECUADOS O BIEN APLICAR SOLDADURA SOBRE LOS EMPALMES O UNIONES.

8.-PROTECCION DE PARTES VIVAS.-EN GENERAL, LAS PARTES VIVAS DESNUDAS DEL EQUIPO ELECTRICO DE UNA INSTALACION, QUE OPEREN A MAS DE 50 VOLTS Y HASTA 600 VOLTS. ENTRE CONDUCTORES, DEBEN ESTAR PROTEGIDAS PARA EVITAR CONTACTOS ACIDENTALES DE PERSONAS POR MEDIO DE GABINETES, CAJAS O CUALQUIER OTRO ENVOLVENTE APROBADO, O BIEN USANDO ALGUNO DE LOS SIGUIENTES MEDIOS.:

A) LOCALIZANDO AL EQUIPO EN UNA SOLA SALA O RE CINTO , AL QUE SOLO TENGA ACCESO PERSONAS IDONEAS ,EN ESTE CASO LAS ENTRADAS A ESTOS LUGARES DEBEN TENER LETREROS MUY VISIBLES Y QUE PROHIBAN LA ENTRADA A PERSONAS NO IDONEAS. .

B) EMPLAANDO DIVISIONES O PANTALLAS PERMANENTES , DE MATERIAL ADECUADO Y DISPUESTAS EN TAL FORMA QUE SOLO EL PERSONAL IDONEO TENGA ACCESO AL ESPACIO EN QUE LAS PARTES VIVAS PUEDAN QUEDAR A SU ALCANCE , CUALQUIER ABERTURA EN LAS MISMAS DIVISIONES O PANTALLAS DEBE LOCALIZARSE Y HACERSE D.E DIMENCIONES QUE PUEDA PRODUCIRSE UN CONTACTO ACIDENTAL DE LAS PERSONAS U OBJETOS CONDUCTORES , CON LAS PARTES VIVAS.

C) COLOCANDO EL EQUIPO EN UN BALCON O PLATAFORMA QUE POR SU ELEVACION Y DISPOSICION , IMPIDA EL ACCESO A PERSONAS NO IDONEAS .

D) LOCALIZANDO LAS PARTES VIVAS A UNA ELEVACION DE 2.40 METROS COMO MINIMO, SOBRE EL PISO, U OTRA SUPERFICIE DE TRABAJO.

EN LOS LOCALES DONDE EL EQUIPO ELECTRICO PUEDE ESTAR EXPUESTO A DANOS MATERIALES , LAS ENVOLVENTES O LOS RESGUARDOS DEBEN DISPONERSE DE UN AMANERA Y SER DE RESISTENCIA MECANICA TAL QUE SE EVITEN ESTOS DANOS.

9.-PROTECCION DE PARTES EN QUE SE PRODUCEN ARCOS .

LAS PARTES DE LOS EQUIPOS ELECTRICOS EN LOS QUE SU OPERACION ORDINARIA PRODUCEN ARCOS O CHISPAS , O FLAMAS Y HASTA PARTICULAS DE METAL FUNDIDO , DEBEN ESTAR DEBIDAMENTE CUBIERTAS O AISLADAS DE CUALQUIER MATERIAL COMBUSTIBLE.

10.-ESPACIO LIBRE.

ALREDEDOR DEL EQUIPO ELECTRICO DEBE DISPONERSE DE ESPACIO SUFICIENTE PARA PERMITIR UN ACCESO FACIL AL EQUIPO , UNA CORRECTA OPERACION Y TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DEL MISMO EQUIPO EN FORMA SEGURA , CON UN NIVEL DE ILUMINACION ADECUADO.

11.-INSTALACION EN CONDICIONES DESFAVORABLES.

LOS MATERIALES Y EQUIPOS QUE SE INSTALEN A LA INTEMPERIE O EN LUGARES HUMEDOS O EXPUESTOS AL EFECTO DETERIORANTE O CORROSIVO DE GASES , HUMOS , VAPORES O CUALQUIER OTRO AGENTE PERJUDICIAL, O BIEN , QUEDEN EXPUESTOS A TEMPERATURAS EXCESIVAS, DEBEN ESTAR PRECISAMENTE DISEÑADOS O CONSTRUIDOS PARA SOPORTAR LAS CONDICIONES DESFAVORABLES DEL CASO DE QUE SE TRATE.

12.- DISEÑO DE INSTALACIONES .

A.-DISEÑOS AMPLIOS.

B.-CENTROS DE DISTRIBUCION.

C.-LIMITACION DE DAÑOS POR FALLAS.

D.-ELABORACION DE PLANOS.

A.-DENTRO DE LO POSIBLE , NO DEBE LIMITARSE EL DISEÑO DE LA INSTALACION A LAS CONDICIONES INICIALES DE CARGA, SINO QUE DEBE DEJARSE UN MARGEN RAZONABLE DE CAPACIDAD PARA TOMAR EL AUMENTO NATURAL QUE TIENEN TODOS LOS SERVICIOS.

B.-DEBEN LOCALIZARSE LOS TABLEROS O CENTROS DE DISTRIBUCION EN LUGARES FACILMENTE ACCESIBLES , PARA COMODIDAD Y SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO.

C.-LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE INSTALACION DEBEN LOCALIZARSE EN TAL FORMA QUE , SI POR EFECTO DE CORTO CTO. O FALLAS A TIERRA SE PRODUJERA UNA INTERUPCION , INCENDIO ETC, LOS DAÑOS QUEDEN CONFINADOS , EN LO POSIBLE A LA SECCION EN QUE SE ENCUENTREN LOS CONDUCTORES Y TRAMOS DE CANALIZACION AFECTADOS Y NO QUEDEN INVOLUCRADOS LOS SERVICIOS TOTALES DEL USUARIO NI, SOBRE TODO, LOS SERVICIOS ESENCIALES O DE EMERGENCIA.

D.-TODA INSTALACION ELECTRICADEBE EJECUTARSE DE ACUERDO CON UN PLANO PREVIAMENTE ELABORADO ADENAS CUALQUIER MODIFICACION A LA INSTALACION DEBE ANOTARSE EN EL MISMO O EN UN NUEVO PLANO. EL PLANO ACTUALIZADO DE LA INSTALACION DEBE CONSERVARSE EN PODER DEL PROPIETARIO DEL INMUEBLE PARA FINES DE MANTENIMIENTO.

LO ANTERIOR ES INDEPENDIENTE DE QUE , EN CADA CASO PARTICULAR, EXISTA O NO LA OBLIGACION DE PRESENTAR PLANOS DE LA INSTALACION A LA SECRETARIA, PARA SU APROBACION , SEGUN LO ESTABLEZCA LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA Y SU REGLAMENTO

13.-DISTRIBUCION DE LA CARGA.

LA CARGA QUE VA A ESTAR CONECTADA A UNA INSTALACION DEBE REPARTIRSE EN FORMA EQUILIBRADA ENTRE EL NUMERO DE FASES CON QUE SE PROPORCIONE EL SERVICIO EL SUMINISTRADOR, AJUSTANDOSE A LO QUE A ESTE RESPECTO SE ESTABLECE EN EL REGLAMENTO DE LA LEY DEL S. P. E. E.

14.-ALUMBRADO Y FUERZA TOMADOS DE INSTALACIONES DE FERROCARRILES.

NO DEBEN CONECTARSE CIRCUITOS DE ALUMBRADO O D34E FUERZA A UN SISTEMA QUE INCLUYA CONDUCTORES DE CONTACTO DE TROLE CON RETORNO POR TIERRA, QUE SE USEN PARA OPERAR TRANVIAS Y FERROCARRILES ELECTRICOS. SE EXEPTUAN DE ESTE REQUISITO LOS CIRCUITOS DE CARROS CASAS, CUARTOS DE MAQUINAS , ESTACIONES D PASAJE O CARGA Y OTROS SISTEMAS QUE ESTEN RELACIONADOS CON LA OPERACION DE LOS PROPIOS TRANVIAS O FERROCARRILES ELECTRICOS.

15.-CATEGORIAS DE TENSION.

PARA LOS EFECTOS DE CLASIFICAR LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS COMPRENDIDOS EN ESTAS NORMAS TECNICAS, ESTOS SE CONSIDERAN, CONVENCIONALMENTE , DENTRO DE LAS SIGUIENTES CATEGORIAS DE TENSION:

a) "MUY BAJA TENSION". HASTA 50 VOLTS EN CORRIENTE ALTERNA, YA SEA ENTRE CONDUCTORES O CON RESPECTO A TIERRA.

b) "BAJA TENSION". MAS DE 50 VOLTS HASTA 1000 VOLTS ENTRE CONDUCTORES O HASTA 600 VOLTS CON RESPECTO A TIERRA, EN CORRIENTE ALTERNA.

CUANDO SE CONSIDERA NECESARIO, ALGUNOS DE LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD DE ESTAS NORMAS , ASI COMO LAS CARACTERIZTICAS DE ALGUNOS MATERIALES Y EQUIPOS , SE FIJAN PARA TENSIONES DE MENOS DE 1000 VOLTS ENTRE CONDUCTORES, PRECISANDOSE, EN CADA CASO, EL VALOR LIMITE.

c) "ALTA TENSION". VALORES SUPERIORES A LOS MENCIONADOS EN EL INCISO B, ANTERIOR, HASTA QUE EN SU CASO SE ESPECIFIQUE.

** PARA CORRIENTE DIRECTA PUEDEN TOMARSE, COMO REFERENCIA , LOS MISMOS LIMITES QUE PARA CORRIENTE ALTERNA MIENTRAS NO SE FIJEN VALORES DEFINITIVOS.

CODIGOS Y NORMAS

EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS DEBE HACERSE DENTRO DE UN MARCO LEGAL. UN BUEN PROYECTO DE INGENIERIA ES UNA RESPUESTA TECNICA Y ECONOMICAMENTE ADECUADA, QUE RESPETA LOS REQUERIMIENTOS DE LAS NORMAS Y CODIGOS APLICABLES.

EN MEXICO LAS NTIE (NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS 1981), EDITADAS POR LA DIRECCION GRAL. DE NORMAS CONSTITUYEN EL MARCO LEGAL PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE INSTALACIONES. ESTA NORMAS SON GENERALES Y NO PUEDEN CUBRIR TODO. EN CIERTOS TIPOS DE INSTALACIONES PUEDEN ESTABLECERSE ESPECIFICACIONES QUE AUMENTEN LA SEGURIDAD O LA VIDA DE LOS EQUIPOS Y QUE ESTEN POR ARRIBA DE LAS NORMAS.

EXISTEN OTRAS NORMAS, QUE NO SON OBLIGATORIAS PERO QUE SON EL RESULTADO DE EXPERIENCIA ACUMULADA Y POR LO TANTO PUEDEN SERVIR DE APOYO A LOS PROYECTISTAS EN ASPECTOS ESPECIFICOS NO CUBIERTOS POR LAS NTIE (1981):

A) EL NEC (CODIGO NACIONAL ELECTRICO DE EEUU), QUE PUEDE SER UNA NORMA MAS DETALLADA PUEDE SER MUY UTIL EN ALGUNAS APLICACIONES ESPECIFICAS.

B) EL LPC (EL CODIGO DE PROTECCIONES CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS DE LOS EEUU), QUE ES UN CAPITULO DE LAS NORMAS NFPA (NATIONAL FIRE EN ESTE CODIGO DEBIDO A QUE LAS NTIE TRATAN EL TEMA CON MUY POCAS PROFUNDIDAD.

EXISTEN NORMAS PARA LA FABRICACION DE EQUIPO ELECTRICO QUE TAMBIEN DEBEN SER CONSIDERADAS POR EL PROYECTISTA YA QUE PROPORCIONA INFORMACION RELATIVA A LAS CARACTERISTICAS DEL EQUIPO, ASI COMO LOS REQUISITOS PARA SU INSTALACION.

C) EN MEXICO TODO EL EQUIPO ELECTRICO DEBE CUMPLIR LAS NORMAS CONNIE (COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE LA INDUSTRIA ELECTRICA).

D) LOS EQUIPOS IMPORTADOS DEBEN CUMPLIR CON LAS NORMAS NACIONALES PERO CONVIENE CONOCER LAS NORMAS DEL PAIS DE ORIGEN. EL EQUIPO ELECTRICO IMPORTADO DE EEUU ESTA FABRICADO DE ACUERDO A LAS NORMAS NEMA (ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE EQUIPO ELECTRICO DE EEUU).

CODIGOS Y REGLAMENTOS

EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE ANOS ATRAS, CUANDO LAS CANALIZACIONES NO TENIAN LA CALIDAD Y ACABADO PARA CUMPLIR EFICIENTEMENTE SU COMETIDO, LOS CONDUCTORES ELECTRICOS NO TENIAN EL AISLAMIENTO ADECUADO PARA LAS CONDICIONES DE TRABAJO Y AMBIENTE ; LOS ELEMENTOS, DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS DE CONTROL Y PROTECCION NO ERAN INCLUSIVE DE CIERTA UNIFORMIDAD, APARTE DE TENER UN BURDO ACABADO, DABAN COMO RESULTADO LOGICO, INSTALACIONES ELECTRICAS DE POCA CALIDAD, VIDA CORTA Y FALLAS FRECUENTES, PROVOCANDO ASI LA PERDIDAS MATERIALES PREFERENTEMENTE POR CIRCUITOS-CORTOS O EN EL PEOR DE LOS CASOS POR EXPLOSIONES, AL INSTALAR MATERIALES Y EQUIPOS NO ADECUADOS PARA LOS DIFERENTES MEDIOS Y AMBIENTES DE TRABAJO, YA QUE COMO ES DEL DOMINIO GENERAL, SE PUEDEN TENER LOCALES CON AMBIENTE HUMEDO, LOCALES CON AMBIENTE SECO, LOCALES CON POLVOS O GASES EXPLOSIVOS O GASES EXPLOSIVOS, LOCALES EN DONDE SE TRABAJAN MATERIALES CORROSIVAS O INFLAMAVES, ETC.

TODO LO ANTERIOR HIZO VER LA NECESIDAD DE REGLAMENTAR DESDE LA FABRICACION DE MATERIALES, EQUIPOS, PROTECCIONES, CONTROLES, ETC. HASTA DONDE Y COMO EMPLEARLOS EN CADA CASO.

PARA LA ELABORACION DE DICHO REGLAMENTO, FUE NECESARIO CONTAR CON LAS OBSERVACIONES Y EXPERIENCIAS REALIZADAS POR TODOS LOS SECTORES LIGADOS AL RAMO TALES COMO: INGENIEROS, TECNICOS, FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES DE EQUIPOS Y MATERIALES ELECTRICOS, CONTRATISTAS INSTALADORES, ETC.

LO ANTES EXPUESTO DIO COMO RESULTADO LA ELABORACION DEL CODIGO NACIONAL ELECTRICO DE EEUU AL CUAL SE SUJETAN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS HOY DIA EN EEUU O A LOS REGLAMENTOS PARTICULARES EN CADA PAIS.

LA ACEPTACION Y CORRECTA APLICACION DEL REGLAMENTO EN TODOS LOS CASOS, ASEGURA SALVAGUARDAR LOS INTERESES DE TODOS PUES ESTA EVITANDO AL MAXIMO LOS RIESGOS QUE REPRESENTA EL USO DE LA ELECTRICIDAD BAJO TODAS SUS MANIFESTACIONES.

REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES

ELECTRICAS DE MEXICO

LA APLICACION, INTERPRETACION Y VIGILANCIA DE ESTE REGLAMENTO, ES DE LA COMPETENCIA DE LE SECRETARIA DE COMERCIO ATRAVES DE LA DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD QUIEN, ADEMAS DE CUMPLIR TODO LO RELACIONADO AL MISMO ESTA EN LA ABSOLUTA LIBERTAD DE AGREGAR RECOMENDACIONES TALES COMO: DIMENSIONES DE PLANOS, ESCALAS, SIMBOLOS A EMPLEAR, NOTAS ACLARATORIAS ETC.

CARACTER DEL REGLAMENTO

EL CARACTER Y APLICACION DEL MISMO ES SOLO PARA LA REPUBLICA MEXICANA Y PARA LOS MATERIALES, ACCESORIOS Y EQUIPOS A INSTALAR EN EL INTERIOR O EXTERIOR DE LOS EDIFICIOS PUBLICOS, PRIVADOS, PREDIOS URBANOS O RUSTICOS. CONTIENE REQUISITOS MINIMOS DE OBSERVANCIA OBLIGATORIA Y RECOMENDACIONES DE CONVENIENCIA PRACTICA, LOS QUE TIENEN POR OBJETO PREVENIR RIESGOS Y CONSTRUCCIONES U OPERACIONES DEFECTUOSAS.

NO ES RECOMENDABLE ESTE REGLAMENTO A INSTALACIONES NI APARATOS ESPECIALES DE BARCOS, LOCOMOTORAS, CARROS DE FERROCARRIL, AUTOMOVILES, AVIONES Y EN GENERAL EQUIPOS DE TRACCION Y TRANSPORTE.

LA APROBACION TECNICA DE MATERIALES, APARATOS, ACCESORIOS DE CONTROL Y PROTECCION, ASI COMO PROYECTOS LA HACE LA SECRETARIA DE COMERCIO ATRAVES DE LA DIRECCION GRAL. DE ELECTRICIDAD, DANDO A LOS PRIMEROS LAS SIGLAS S.C.-D.G.N. Y SU NUMERO DE REGISTRO CORRESPONDIENTE, Y A LOS PROYECCOTOS SU APROBACION SI CUMPLEN CON LOS REQUISISTOS TECNICOS Y DE SEGURIDAD.

CAPITULO NUMERO 3.

PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE.

QUE ES PROTECCION.

UN SISTEMA DE PROTECCION TIENE COMO FINALIDAD PROVEER A LA HUMANIDAD DE ENERGIA MEDIANTE UN GRUPO DE APARATOS O MAQUINAS QUE CONVIERTEN ESTA ENERGIA EN MOVIMIENTO, LUZ CALOR, ECT; INDISPENSABLES EN LA VIDA MODERNA

TODO SISTEMA ELECTRICO ESTA FORMADO POR PARTES CREADAS POR EL HOMBRE Y POR TANTO ESTA SUJETO A FALLAS. EL CONJUNTO DE APARATOS Y SISTEMAS PUESTOS AL SERVICIO DEL SISTEMA ELECTRICO, QUE VIGILAN QUE SE CUMPLA ADECUADAMENTE EL PROPOSITO PARA EL QUE FUE CREADO, ES LO QUE SE CONOCE COMO PROTECCION. LA PROTECCION EVITA FALLAS Y DISMINUYE LOS EFECTOS DE ESTAS.

TODOS LOS SISTEMAS DE INSTALACION ELECTRICA Y TODOS LOS APARATOS ELECTRICOS ASOCIADOS CON INSTALACION DEBEN PROTEGERSE, POR LAS RAZONES SIGUIENTES:

- 1.- PARA EVITAR DAÑOS POR INCENDIO Y/O CHOQUE MECANICO.
- 2.- PARA EVITAR DAÑOS A LA INSTALACION DE EQUIPO.
- 3.- PARA MANTENER LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO.
- 4.- PARA DESCONECTAR APARATOS DAÑADOS DEL RESTO DEL SISTEMA QUE SALGA DEL SERVICIO BATO CONDICIONES DE FALLAS.

LA PROTECCION DEBE SER PRINCIPALMENTE CONTRA EXCESO DE CORRIENTE, INVERSION DE CORRIENTE, O FUGAS A TIERRA. EL EQUIPO DE PROTECCION DEBE POSEER LAS CARACTERISTICAS SIGUIENTES:

A).- DEBE OPERAR DEFECTIVAMENTE BAJAS CONDICIONES DE FALLA Y NO DEBE OPERAR SI NO EXISTE LA FALLA.

B).- SELECCIONACION. (distinguir, diferenciar o separar fallas).

C).- VELOCIDAD DE OPERACION

D).- SENCILLEZ Y BAJOS COSTOS INICIAL Y DE MANTENIMIENTO.

E).- FACILIDAD DE AJUSTE Y FUNION.

DEBIDO A QUE SON PRACTICAMENTE INEVITABLES ESTAS FALLAS, LO IMPORTANTE ES ENTONCES DISEÑAR LA INSTALACION DE FORMA TAL QUE EL EQUIPO O CIRCUITO SE PUEDA DESCONECTAR LO MAS PRONTO POSIBLE PARA QUE EL DAÑO QUE PUEDA OCASIONAR LA FALLA SE DISMINUYA A UN MINIMO.

EL COSTO DE UNA INTERRUPCION TOTAL NORMALMENTE SIGNIFICA UNA PERDIDA TOTAL DE LA PRODUCCION, POR LO QUE PARECE LOGICO QUE ESTE COSTO SEA MUCHO MAYOR QUE EL EQUIPO QUE LOCALICE LA FALLA Y LA ELIMINE DEL SISTEMA, SIN QUE LAS DEMAS OPERACIONES SE INTERRUMPAN.

LOS DISPOSITIVOS CONOCIDOS COMO INTERRUPTORES DEL CIRCUITO POR FALLA A TIERRA PROTEGEN CONTRA EL CHÓQUE SEVERO QUE PUEDE PRODUCIRSE POR ESTA FORMA DE FLUJO ANORMAL DE CORRIENTE.

CORRIENTE EN LAS QUE SE PRESENTA UNA CORRIENTE EXCESIVA.

EL FLUJO EXCESIVO DE CORRIENTE PUEDE PRESENTARSE EN UN CIRCUITO BAJOS TRES CONDICIONES GENERALES. UNA DE ESTAS CONDICIONES DE CORRIENTE EN EXCESO ES NORMAL; LAS OTRAS DOS NO LO SON.

1.- LA CONDICION NORMAL DE CORRIENTE EN EXCESO ES LA ONDA QUE SE PRESENTA CUANDO SE ENCIENDE ALGUN APARATO ELECTRICO, EN ESPECIAL AQUELLOS IMPULSADOS POR UN MOTOR. DURANTE UNOS CUANTOS SEGUNDOS DESPUES DE QUE SE ENCIENDEN, LOS MOTORES COMO LOS QUE SE USAN EN LOS REFRIGERADORES, CONGELADORES, LAVADORAS DE PLATOS Y MAQUINAS PARA LAVAR ROPA PUEDEN CONSUMIR DE SEIS A DIEZ VECES LA CORRIENTE QUE CONSUMIRAN CUANDO ALCANZAN SU VELOCIDAD NORMAL DE OPERACION.

2.-SE PRESENTA UNA CONDICION DE SOBRECORRIENTE ANORMAL AL CONECTAR UNA CARGA DE CORRIENTE DEMASIADO GRANDE A UN CIRCUITO. EN EL ESTUDIO DE LOS CIRCUITOS PARALELO, SABEMOS QUE ENTRE MAS CARGAS SE CONECTEN EN PARALELO, MENOR ES LA RESISTENCIA EFECTIVA A TRAVES DE LA LINEA. CON UN VOLTAJE CONSTANTE, UNA MENOR RESISTENCIA SIGNIFICA UN FLUJO MAYOR DE CORRIENTE.

3.-LA TERCERA CAUSA DE SOBRECORRIENTE ES POTENCIALMENTE LA MAS PELIGROSA. ESTA ES LA PRESENCIA REPENTINA DE UNA TRAYECTORIA DE BAJA RESISTENCIA ENTRE EL ALAMBRE CALIENTE Y TIERRA. POR SUPUESTO, ESTO ES LO QUE SE CONOCE COMO CORTO CIRCUITO. EL FLUJO DE CORRIENTE I EN UN CIRCUITO ES IGUAL A V/R . A MEDIDA QUE R HACE MENOR, EL VALOR DE I CRECE. POR EJEMPLO : $120/10=12$ AMPERES, $120/1=120$ AMPERES, $120/0.01=12000$ AMPERES, ECT. ESTE ENORME FLUJO DE CORRIENTE GENERA TEMPERATURAS EXTREMADAMENTE ALTAS, FUNDE EL METAL CON TAL RAPIDEZ QUE CASI EXPLOTA Y VAPORIZA MUCHOS MATERIALES PLASTICOS. SE PUEDE PRESENTAR UN CORTO CIRCUITO CUANDO EXISTE UNA TRAYECTORIA DE BAJA RESISTENCIA ENTRE UN ALAMBRE CALIENTE Y EL ALAMBRE DE TIERRA DE LA ENERGIA ELECTRICA O CUALQUIER PUNTO CONECTADO AL CON DUCTOR DE PUESTA A TIERRA; ESTO INCLUYE EL ALAMBRE DESNUDO O CON AISLAMIENTO VERDE, UNA TUBERIA DE AGUA FRIA O CUALQUIER MATERIAL CONDUCTOR CONECTADO A ESTOS PUNTOS.

CUANDO OCURRE EL CORTO CIRCUITO ENTRE UN ALAMBRE CALIENTE Y ALGUN PUNTO DE TIERRA, LA ONDA DE CORRIENTE FLUYE DE AQUEL HACIA TIERRA. NO SE TIENE FLUJO ANORMAL DE CORRIENTE EN EL ALAMBRE CON AISLAMIENTO BLANCO O GRIS. ENTONCES, LA PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE SE DEBE LOCALIZAR EN EL ALAMBRE CALIENTE. ESTA UBICACION CONCUERDA CON LA REGLA DE QUE LA LINEA CON AISLAMIENTO BLANCO O GRIS NUNCA DEBE CONTENER MEDIO ALGUNO DE INTERRUPCION AL PASO DE LA CORRIENTE.

UN SISTEMA DE PROTECCION POR SOBRE-CORRIENTE ES UNA MULTIPLICIDAD DE COORDINACION DE PROTECCION INDIVIDUALES QUE, PUEDEN RESUMIRSE EN TRES TIPOS FUNDAMENTALES:

- A.- RELEVADORES.**
- B.- FUSELBS.**
- C.- INTERRUPTORES.**

A.- RELEVADORES.

SE DEFINE UN RELEVADOR COMO EL DISPOSITIVO QUE PROVOCA UN CAMBIO EN UNO O MAS CIRCUITOS DEL CONTROL ELECTRICO, CUANDO LA CANTIDAD O CANTIDADES MEDIDAS A LAS CUALES RESPONDE, CAMBIAN DE UNA MANERA PRESCRITA, Y LOS CLASIFICA EN CUATRO TIPOS.

- 1.-RELEVADOR AUXILIAR.
- 2.-RELEVADOR DE PROTECCION.
- 3.-RELEVADOR DE REGULACION.
- 4.-RELEVADOR VERIFICADOR.

1).-EL RELEVADOR AUXILIAR ES USADO PARA ASISTIR EN EL DESARROLLO DE SUS FUNCIONES A LOS RELEVADORES DE PROTECCION COMO RESPALDO. LA APLICACION DE LOS RELEVADORES AUXILIARES COMO RESPALDO A LOS RELEVADORES DE PROTECCION PUEDE OPERAR CON LOS SIGUIENTES PROPOSITOS:

- 1.-ENERGIZAR CIRCUITOS DE CONTROL.
- 2.-PROPORCIONAR LA CAPACIDAD DE LOS CONTACTOS PARA CIRCUITOS DE CONTROL QUE NECESITAN CORRIENTES DE MAYOR INTENSIDAD QUE LAS QUE PUEDAN MANEJARSE CON SEGURIDAD.
- 3.-PROPORCIONAR FLEXIBILIDAD A LOS ARREGLOS DE CONTACTOS.

2).-EL RELEVADOR DE PROTECCION DETECTA FALLAS EN LINEAS O APARATOS, QUE PERMITE UNA APROPIADA DESCONEXION O DAR UNA SEÑAL DE ALARMA.

3).-EL RELEVADOR DE REGULACION ES ESENCIALMENTE UN REGULADOR CUYA FUNCION ES DETECTAR LA VARIACION NO DESEADA DE LA CANTIDAD MEDIDA O VARIABLE CONTROLADA Y CUYA FUNCION ES RESTAURAR LA CANTIDAD DENTRO DE LOS LIMITES DESEADOS O ESTABLECIDOS PREVIAMENTE.

EL PRINCIPIO DE OPERACION DE LOS RELEVADORES BASAN SU FUNCIONAMIENTO EN DOS PRINCIPIOS BASICOS:

1.- ATRACCION ELECTROMAGNETICA.

2.- REACCION ELECTROMAGNETICA.

LA ATRACCION ELECTROMAGNETICA ,CONSISTE ESENCIALMENTE DE UN EMBOLO MAGNETIZADO QUE VA ALOJADO DENTRO DE UN SOLENOIDE; O BIEN, DE UNA ARMADURA ARTICULADA QUE ES ATRAIDA POR UN ELECTROIMAN.

SU CONSTRUCCION ES DE DOS TIPOS DE TIPO ARMADURA ARTICULADA Y TIPO EMBOLO.

FACTORES PARA LA APLICACION DE RELEVADORES.

AL APLICARSE LOS RELEVADORES A SISTEMAS INDUSTRIALES SE DEBEN CONSIDERAR ALGUNOS FACTORES,SIENDO LOS MAS IMPORTANTES:

I).- SEMPLICIDAD.

II).- CONFIABILIDAD.

III).- MANTENIMIENTO.

IV).- FUENTE DE ENERGIA PARA EL EMPUJE.

V).- COSTO DEL SISTEMA

VI).- GRADO DE SELECTIVIDAD REQUERIDO.

VII).- EFICIENCIA DE LOS CABLES.

8.-FUSIBLES.

LOS FUSIBLES PROPORCIONAN LA PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE AGREGANDO UNA CINTA METALICA EN SERIE CON EL ALAMBRE CALIENTE DE UN CIRCUITO. LA CINTA METALICA TIENE UN PUNTO DE FUSION BAJO EL TAMAÑO DE LA CINTA METALICA DETERMINA CUANTA CORRIENTE PUEDE FLUIR ANTES DE QUE SE CALIENTE HASTA LLEGAR AL PUNTO DE FUSION. ESTA ES LA CAPACIDAD NOMINAL EN AMPERES DEL FUSIBLE. LA CORRIENTE NOMINAL PUEDE FLUIR POR LA CINTA METALICA INDEFINIDAMENTE. CUANDO FLUYE UNA CANTIDAD DE CORRIENTE MAYOR, LA CINTA SE CALIENTA Y SE FUNDE; ESTO ABRE EL CIRCUITO.

CARACTERISTICAS DE LOS FUSIBLES.

LA CORRIENTE QUE PUEDE FLUIR POR UN FUSIBLE SIN QUE LA CINTA SE FUNDA ES LA CAPACIDAD NOMINAL EN AMPERES DEL MISMO. OTRAS CARACTERISTICAS CON LAS QUE SE DEBE FAMILIARIZAR EL ELECTRICISTA. ES LA CAPACIDAD NOMINAL DE VOLTAJE DEL FUSIBLE. LA CAPACIDAD NOMINAL DE UN FUSIBLE DEBE SER IGUAL O MAYOR QUE, EL VOLTAJE DEL CIRCUITO QUE VA PROTEGER.

LAS CAPACIDADES STANDAR DE LOS FUSIBLES SON 600 V, 300 V, 250 V Y 125 V. SE PUEDEN UTILIZAR FUSIBLES QUE TENGAN CAPACIDADES DE VOLTAJE SUPERIORES QUE EL CIRCUITO, PERO NUNCA MENORES.

OTRA SE LLAMA CAPACIDAD NOMINAL DE INTERRUPCION COMO SE HIZO NOTAR CON ANTERIORIDAD CUANDO OCURRE UN CORTO CIRCUITO LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE PUEDEN SER CIENTOS E INCLUSO MILES DE VECES MAYOR QUE LA CORRIENTE NORMAL. EL FUSIBLE DEBE PODER REACCIONAR A ESTA ONDA DE CORRIENTE Y OPERAR EN FORMA APROPIADA PARA ABRIR EL CIRCUITO.

TIPO DE FUSIBLES.

TAPONES FUSIBLES . ESTOS FUSIBLES TIENEN UN CASQUILLO ROSCADO COMO BASE, COMO UNA LAMPARA INCANDESCENTE ESTANDAR. ESTOS FUSIBLES SE INTRODUCEN EN UN CIRCUITO ATORNILLANDOS EN UN ALZAMIENTO ROSCADO. LA PARTE SUPERIOR DEL TAPON TIENE UNA TAPA TRANSPARENTE, PARA QUE PUEDA VERSE EL ELEMENTO FUSIBLE. SE PUEDE LOCALIZAR UN FUSIBLE QUE SE ABRE EN UN TABLERO POR LA DECOLORACION O ENPAMAMIENTO DE ESTA VENTANA. LOS TAPONES FUSIBLES QUE SE USAN EN LAS RESIDENCIAS SE CLASIFICAN COMO DE 15, 20, 25 Y 30 AMPERES. SE PUEDEN UTILIZAR EN CUALQUIER INSTALACION EXISTENTE EN LA QUE EL VOLTAJE A TIERRA NO SEA MAYOR QUE 150 VOLTS. POR LO TANTO, SE PUEDEN USAR ESTOS FUSIBLES EN UN SERVICIO DE 120/240 VOLTS, PORQUE EL VOLTAJE A TIERRA ES DE 120 VOLTS.

FUSIBLES CON RETARDO.

CON FRECUENCIA SE USAN DOS VARIACIONES DEL TAPON FUSIBLE ESTANDAR. UNA ES UN FUSIBLE CON RETARDO, DISEÑADO PARA SOPORTAR UNA SOBRECARGA TEMPORAL SIN QUEMARSE. ESTE TIPO TIENE UN ELEMENTO FUSIBLE ESTANDAR QUE SE ABRIERA CON RAPIDEZ AL RECIBIR LAS ONDAS DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO. A FIN DE SUMINISTRAR UN RETARDO CON SOBRECARGAS TEMPORALES, EL EXTREMO DEL ELEMENTO ESTA EMPOTRADO EN UN BLOQUECITO DE SOLDADURA. UN RESORTE ESTA CONECTADO AL ELEMENTO FUSIBLE EN EL PUNTO EN EL QUE SE UNE AL BLOQUE DE SOLDADURA. EL RESORTE ESTA BAJO TENSION Y ASEGURADO A LA CAJA DEL FUSIBLE. EL PUNTO DE FUSION DE LA SOLDADURA DETERMINA EL INTERVALO DE TIEMPO EN QUE EL FUSIBLE SOPORTA LA SOBRECARGA Y LA MAGNITUD DE LA MISMA. CUANDO LA SOLDADURA SE CALIENTA LO SUFICIENTE COMO PARA ABLANDARSE, EL RESORTE LIBERA EL ELEMENTO FUSIBLE, ABRIENDO EL CIRCUITO. LOS FUSIBLES CON RETARDO SON ESPECIALMENTE UTILES EN CIRCUITOS QUE SIRVEN APARATOS GRANDES IMPULSADOS CON MOTOR. EL FUSIBLE CON RETARDO NO SE QUEMARA DURANTE EL PERIODO DE CORRIENTE INTENSA DE ARRANQUE CONSUMIDA POR EL MOTOR.

FUSIBLE TIPO C.

ESTOS FUSIBLES TIENEN LA CARACTERISTICA DE QUE SI PUEDEN DESCRIBIRSE PERO, ADEMAS, CUENTAN CON UN DISEÑO MECANICO QUE EVITA LA POSIBILIDAD DE QUE LOS FUSIBLES DE GRAN TAMAÑO SE INTRODUZCAN EN CIRCUITOS DISEÑADOS PARA UNA CAPACIDAD MENOR. LOS FUSIBLES S PUEDEN SUSTITUIR A CUALQUIER TAPON ESTANDAR EN LOS TABLEROS.

CADA FUSIBLE TIPO S TIENE UN ADAPTADOR ESPECIAL QUE SOLO ACEPTARA UNO DE IGUAL CAPACIDAD. EL ADAPTADOR SE INTRODUCE EN EL PORTAFUSIBLE, Y ESTA DISEÑADO EN TAL FORMA QUE NO PUEDE SACARSE, UNA VEZ QUE SE INTRODUCE. CON EL ADAPTADOR EN SU LUGAR, SOLO UN TAMAÑO DE FUSIBLE SE PUEDE INTRODUCIR EN ESE PORTAFUSIBLE. ESTO EVITA UNA INSERCIÓN ACCIDENTAL O DELIBERADA DE UN FUSIBLE DE MAYOR CAPACIDAD EN CUALQUIER CIRCUITO. LOS FUSIBLES TIPO S SE FABRICAN PARA 15,20 Y 30 AMPERES. TANTO LOS DE 25 COMO DE LOS 30 AMPERES SE PUEDEN USAR CON UN ADAPTADOR DE 30 AMPERES.

CARTUCHOS FUSIBLES

LOS CARTUCHOS FUSIBLES SE FABRICAN CON LAS MISMAS CAPACIDADES Y CARACTERISTICAS QUE LOS TAPONES PERO, ADEMAS, SE FABRICAN EN TAMAÑO DISEÑADOS PARA MANEJAR UNA CORRIENTE MUCHO MAS ALTA. LOS CARTUCHOS FUSIBLES SON EL UNICO TIPO DISPONIBLE PARA CIRCUITOS CON CAPACIDADES NOMINALES SUPERIORES A 30 AMPERES. LOS CARTUCHOS PARA CIRCUITOS DE 30 A 60 AMPERES TIENEN CONTACTOS DE REGATON. POR ENCIMA DE 60 AMPERES, LOS FUSIBLES TIENEN CONTACTOS DE CUCHILLA. EXISTEN CARTUCHOS FUSIBLES CON LA CARACTERISTICA DE RETARDO EN TODOS LOS AMPERAJES. LA LONGITUD Y DIAMETRO DE LOS CARTUCHOS SE INCREMENTA FAULTINAMENTE CON EL AMPERAJE.

LOS FUSIBLES CONSTITUYEN UNA MANERA SENCILLA, MUY CONFIABLE Y BARATA PARA CONTAR CON PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE. LOS FUSIBLES NO TIENEN PARTES MECANICAS QUE PUEDEN FALLAR; NO ENVEJECEN NI SE DESGASTAN. LA UNICA LIMITACION IMPORTANTE QUE TIENEN ES EL TIEMPO Y ESFUERZO NECESARIOS PARA REMPLAZARLOS CUANDO SE QUEMAN.

INTERRUPTORES AUTOMATICOS DE CIRCUITO. DESCRIPCION.

LOS INTERRUPTORES AUTOMATICOS SE ENCUENTRAN CON CAPACIDADES NOMINALES DE 15 A 200 AMPERES, PARA USO RESIDENCIAL. SE FABRICAN EN TAMAÑOS MAS GRANDES PARA APLICACIONES COMERCIALES E INDUSTRIALES. ESTOS INTERRUPTORES, COMO LOS FUSIBLES, TAMBIEN SE CLASIFICAN RESPECTO AL VOLTAJE Y LA CORRIENTE DE INTERRUPCION.

EL MECANISMO INTERNO DE LOS INTERRUPTORES AUTOMATICOS CONSTAN DE UNA CINTA BIMETALICA Y DE CONTACTOS ACCIONADOS POR RESORTES. LA CINTA BIUMETALICA SE HACE CON DOS TIPOS DE METAL QUE SON EL ACERO Y BRONCE.

LA MAYOR PARTE DE LOS INTERRUPTORES AUTOMATICOS DEJARAN PASAR UNA Y UNA Y MEDIA VECES SU CORRIENTE NOMINAL DURANTE UN MINUTO APROXIMADAMENTE, Y TANTO COMO TRES VECES SU CORRIENTE NOMINAL DURANTE 5 SEGUNDOS.

PROTECCION DEL CIRCUITO POR FALLA DE CONTACTO A TIERRA.

SE HAN DESARROLLADO DISPOSITIVOS CONOCIDOS COMO INTERRUPTORES DE CIRCUITO POR FALLA A TIERRA, PARA PROTEGER CONTRA ESTE TIPO DE RIESGO DE CHOQUE ELECTRICO. EN LAS CONSTRUCCIONES NUEVAS, EL NEC REQUIERE QUE SE INSTALE PROTECCION CON GFCI EN TODOS LOS CIRCUITOS PARA CONTACTO DE 120 VOLTS, 15 Y 20 AMPERES, EN EXTERIORES Y EN CUARTOS DE BAÑO Y COCHERAS. TAMBIEN EXISTEN REQUISITOS ESPECIALES PARA GFCI EN EL CODIGO RESPECTO A ALBERCAS, FUENTES, MARINAS, BOTES Y VEHICULOS RECREATIVOS.

LOS GFCI CONTIENEN UN TRANSFORMADOR DIFERENCIAL, UN SENSOR Y UN MODULO DE PRUEBA, Y UN INTERRUPTOR MAGNETICO.

TIPOS DE GFCI.

GFCI PARA ENCHUFES.-CONSISTE EN UNA PEQUEÑA UNIDAD RECTANGULAR CON PATAS DE CLAVIJA ESTANDAR EN LA PARTE POSTERIOR. BASTA CON ENCHUFAR LA UNIDAD EN EL CONTACTO. EN EL FRENTE DE LA UNIDAD EN EL CONTACTO. EN EL FRENTE DE LA UNIDAD SE ENCUENTRAN LOS BOTONES DE PRUEBA Y DE REPOSICION Y UNO O DOS CONTACTOS PARA 3 PATAS. CUALQUIER APARATO QUE SE ENCHUFE EN EL CONTACTO TIENE PROTECCION POR FALLA A TIERRA. ESTA UNIDAD NO TIENE EFECTO ALGUNO SOBRE CUALQUIER OTRO CONTACTO O DISPOSITIVO DEL CIRCUITO. ESTOS DISPOSITIVOS SE ENCUENTRAN EN EL COMERCIO TANTO PARA CIRCUITOS DE DOS ALAMBRES Y 120/240 VOLTS, CON CAPACIDADES DE CORRIENTE HASTA DE 30 AMPERES.

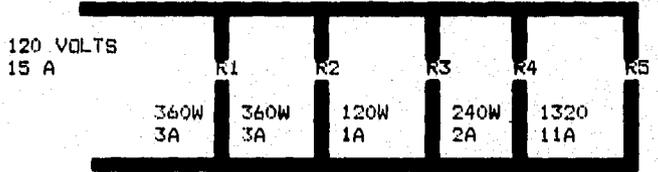
GFCI TIPO CONTACTO.-SE INSTALA OTRO TIPO DE UNIDAD GFCI EN UNA CAJA DE CONEXIONES, EN LUGAR DE UN CONTACTO ESTANDAR. ESTE DISPOSITIVO PROPORCIONA PROTECCION POR FALLA A TIERRA NO SOLO A LOS APARATOS QUE SE ENCHUFEN EN EL, SINO A TODOS LOS QUE SE ENCHUFEN ENTRE EL Y EL EXTREMO DEL CIRCUITO DERIVADO. ESTOS CONTACTOS SE CONOCEN COMO UNIDADES CON ALIMENTACION A TRAVES.

LOS GFCI DE COMBINACION SE FABRICAN PARA CIRCUITOS DE DOS ALAMBRES Y 120 VOLTS Y TRES ALAMBRES Y 120/240 VOLTS, EN CAPACIDADES DE 15 A 30 AMPERES. PUEDEN INCLUIR EN UN SOLO DISPOSITIVO, TANTO LA PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE, MEDIANTE UN INTERRUPTOR AUTOMATICO, COMO LA PROTECCION POR FALLA A TIERRA.

DEMASIADAS CARGAS PUEDEN CAUSAR UNA CONDICION DE SOBRECORRIENTE

EJEMPLO:

CORRIENTE DE LINEA = SUMA DE LAS CARGAS EN OPERACION

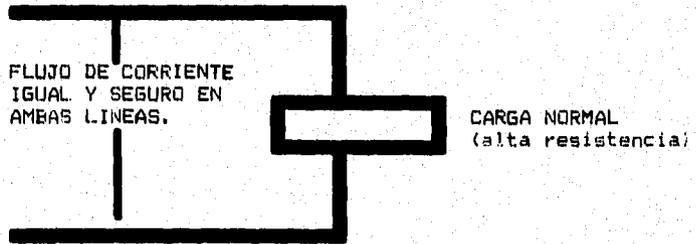


CARGAS EN OPERACION

CORRIENTE DE LINEA

R1	3.0 A
R1 Y R2	26.0A
R1, R2, Y R3	7.0 A
R1, R2, R3.Y R4	9.0 A
R1, R2, R3,R4 Y R5	20.0 A

EL FUSIBLE
SE QUEMA O
EL INTERRUPTOR
AUTOMATICO SE
DISPARA.



AMBOS CIRCUITOS SON DE CORTO CIRCUITO DE POTENCIA

CAPITULO NUMERO 4.

SISTEMAS DE TIERRAS.

4.1.-INTRODUCCION

EL OBJETIVO FUNDAMENTAL AL INSTALAR UNA RED DE TIERRA, ES PROPORCIONAR UNA TRAYECTORIA DE BAJA IMPEDANCIA, PARA DISIPAR LAS CORRIENTES DE FALLA A TIERRA Y EVITAR QUE EL PERSONAL Y EL EQUIPO ESTEN EXPUESTOS A POTENCIALES QUE PUEDAN OCASIONARLES UNA DESCARGA PELIGROSA. PARA ESTO, ES NECESARIO QUE TODAS LAS ESTRUCTURAS METALICAS, CAJAS DE CONEXIONES, CARCASAS DE MOTORES, BASTIDORES DE MAQUINAS, EQUIPO PORTATIL Y CUALQUIER OBJETO CAPAZ DE CONducIR CORRIENTE ELECTRICA, ESTEN CONECTADOS A TIERRA.

DE LO ANTERIOR PUEDE ESTABLECERSE QUE ESTOS SISTEMAS SE UTILIZARAN PARA:

- PROTECCION DE PERSONAS CONTRA CHOQUES ELECTRICOS.
- PROTECCION DE EQUIPO, APARATOS E INSTALACIONES CONTRA DAÑOS POR FALLAS ELECTRICAS, INCLUYENDO FALLAS DE AISLAMIENTO, CORTOCIRCUITOS, SOBRECARGAS, CONDICIONES ANORMALES DE OPERACION ETC.
- PROPORCIONAR UNA TRAYECTO
- PROPORCIONAR UN MEDIO DE CONEXION A TIERRA PARA SISTEMAS CON NEUTRO ATERRIZADO.
- FACILITAR LA APLICACION DE DETERMINADOS CIRCUITOS DE PROTECCION PARA DISCRIMINAR FACILMENTE FALLAS A TIERRA EN LOS SISTEMAS ELECTRICOS.
- PROPORCIONAR UN MEDIO SUFICIENTE, SEGURO DE DESCARGA Y DESENERGIZACION PARA MANTENIMIENTO.
- PROPORCIONAR MAYOR CONFIABILIDAD Y CONTINUIDAD DE LOS SERVICIOS ELECTRICOS.

4.2.-CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE TIERRA.

LOS SISTEMAS DE TIERRAS SE CLASIFICAN EN 2 GRANDES GRUPOS QUE SON:

- a) SISTEMAS A TIERRA NORMALMENTE DESENERGIZADOS O DE PROTECCION.
- b) SISTEMAS A TIERRA NORMALMENTE ENERGIZADOS O DE SERVICIO.

a) CORRESPONDE A LOS SISTEMAS QUE TIENEN LA FUNCION DE ELIMINAR O LIMITAR EL VALOR DE LA TENSION A TIERRA, MENOS DE 125 VOLTS., DE AQUELLAS PARTES DE LA INSTALACION CON LAS QUE PUEDA TENER CONTACTO EL PERSONAL.

b) SISTEMAS A TIERRA NORMALMENTE ENERGIZADOS O DE SERVICIO.

SIRVEN PARA PONER A TIERRA, POR NECESIDAD DE FUNCIONAMIENTO, DETERMINADOS PUNTOS DEL CIRCUITO ELECTRICO COMO: NEUTROS DE LOS TRANSFORMADORES Y GENERADORES, APARTARAYOS, ETC.

4.3.-TIPO DE CONEXION A TIERRA.

LOS SISTEMAS DE TIERRA PUEDEN DISPONERSE EN DISTINTOS ARREGLOS, LA CLASIFICACION MAS COMUN ES:

- 1.-NEUTRO NO ATERRIZADO (FLOTANTE).
- 2.-SOLIDAMENTE ATERRIZADO.
- 3.-ATERRIZADO CON BAJA RESISTENCIA.
- 4.-ATERRIZADO CON ALTA RESISTENCIA.

1.-SISTEMA CON NEUTRO NO ATERRIZADO.-

EN INDUSTRIAS DONDE SE DESEA MANTENER CONTINUIDAD DE SERVICIO, O AL MENOS PODER DISPONER DE UN PARO ORDENADO, DEBIDO A LOS RIESGOS, PROBLEMAS O PERDIDAS MOTIVADOS POR UN PARO INTEMPESTIVO, SE ADAPTA EL SISTEMA DE NEUTRO FLOTANTE, YA QUE PRESENTA LA CARACTERISTICA DE QUE UNA PRIMERA FALLA DE LINEA A TIERRA NO PROVOCARA UN DISPARO AUTOMATICO DE LOS CIRCUITOS .

CUANDO UNA FALLA DE LINEA A TIERRA MANTIENE, DEBIDO A LA DURACION DE LA FALLA EN UN CONDUCTOR , LOS OTROS DOS CONDUCTORES DE FASE ESTAN SUJETOS A UN SOBREVOLTAJE, POR LO TANTO, ES EXTREMADAMENTE IMPORTANTE LOCALIZAR LA FALLA Y REMOVERLA ANTES DE QUE LOS ESFUERZOS ANORMALES DE VOLTAJE, PRODUZCAN EL PARO EN OTRAS MAQUINAS O EN LOS CIRCUITOS. ADEMAS DURANTE LA FALLA, SE PRESENTA EL PELIGRO DE DESCARGA.

2.-SISTEMA SOLIDAMENTE ATERRIZADO.-

ESTE SISTEMA PROPORCIONA EL MAYOR CONTROL CONTRA SOBREVOLTAJE , PERO PROVOCA LA MAS ALTA CORRIENTE DE FALLA A TIERRA. TIENE TAMBIEN LAS CARACTERIZTTICAS DE QUE PERMITE EL AISLAMIENTO INMEDIATO DE LA FALLA , AUNQUE SI EL DISPARO NO ES INMEDIATO , ES POSIBLE QUE SE FORME UN ARCO ELECTRICO DESTRUCTIVO DE CONSIDERABLE MAGNITUD.

OTRAS VENTAJAS SON QUE SE TIENE EL MINIMO PELIGRO DE CHOQUES ELECTRICOS Y ES POSIBLE EL SUMINISTRO DE CARGAS DE LINEA A NEUTRO.

3.-SISTEMA ATERRIZADO CON BAJA RESISTENCIA.-

ESTE SISTEMA SE UTILIZA NORMALMENTE EN VOLTAJE MEDIO DONDE LA LIMITACION DE LA CORRIENTE DE FALLA A TIERRA POR EL RESISTOR OFRECE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

- a)REDUCE LOS DAÑOS DE QUEMADURA EN LOS EQUIPOS.
- b)REDUCE ESFUERZOS MECANICOS EN CIRCUITOS Y APARATOS QUE CONDUCCEN CORRIENTE DE FALLA.
- c)REDUCE EL PELIGRO DE CHOQUES ELECTRICOS AL PERSONAL.
- d)SUPRIME SOBREVOLTAJES TRANSITORIOS.
- e)PROVOCA EL AISLAMIENTO INMEDIATO DE LA FALLA.

4.-SISTEMA ATERRIZADO CON ALTA RESISTENCIA.-

EL USO DE ESTE SISTEMA SE LIMITA A TENSIONES DE 5 K.V. Y MENORES, PRESENTA LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

- a) LA CORRIENTE DE FALLA A TIERRA SE LIMITA AL MINIMO DE 1 A 2A., EN BAJO VOLTAJE: 2 A 6 A., EN 2.4 A 4.16 K.V.
- b) PRESENTA EL MINIMO PELIGRO DE FLAMEO.
- c) MINIMO DAÑO AL EQUIPO POR ARCOS ELECTRICOS DURANTE LA FALLA.
- d) SUPRIME VOLTAJES TRANSITORIOS DEBIDOS A FALLAS DE ARQUEO, PERO EN GENERAL SE AUMENTAN LOS SOBREVOLTAJES.
- e) REDUCE DANOS DE QUEMADURAS EN LOS EQUIPOS.
- f) PROPORCIONA CONTINUIDAD DE OPERACION EN LA PRIMERA FALLA A TIERRA.

4.4.-NECESIDAD DE LA RED DE TIERRA EN ALTA TENSION.

LA NECESIDAD DE CONTAR CON UNA RED DE TIERRA EN LAS SUBESTACIONES ES LA DE CUMPLIR CON LAS SIGUIENTES FUNCIONES.

- a) PROPORCIONAR UN CIRCUITO DE MUY BAJA IMPEDANCIA PARA LA CIRCULACION DE LAS CORRIENTES DE TIERRA, YA SEAN DEBIDAS A UNA FALLA DE AISLAMIENTO O A LA OPERACION DE UN APARTARAYOS.
- b) EVITAR QUE PUEDAN PRODUCIRSE DIFERENCIAS DE POTENCIAL ENTRE DISTINTOS PUNTOS DE LA SUBESTACION, QUE PUEDAN SER PELIGROSOS PARA EL PERSONAL.
- c) FACILITAR MEDIANTE SISTEMAS DE RELEVADORES LA ELIMINACION DE LAS FALLAS DE TIERRA EN LOS SISTEMAS ELECTRICOS.
- d) DAR MAYOR CONFIABILIDAD Y CONTINUIDAD EN EL SERVICIO ELECTRICO

4.5.-PRINCIPALES ELEMENTOS QUE FORMAN UN SISTEMA DE TIERRAS.

- a) RED O MALLA DE CONDUCTORES ENTERRADOS A UNA PROFUNDIDAD QUE USUALMENTE VARIA ENTRE LOS 0.5 Y 1 M. ESTA MALLA ESTA FORMADA POR CABLE DE COBRE Y CONECTADO A TRAVEZ DE ELECTRODOS DE VARILLAS DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA DE LAS PARTES MAS PROFUNDAS PARA BUSCAR ZONAS DE MENOR RESISTIVIDAD.

b) CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA A TRAVES DE LOS CUALES SE HACE LA CONEXION A TIERRA DE LAS PARTES DE INSTALACION O DEL EQUIPO QUE REQUIERE DICHA CONEXION.

LOS CONDUCTORES UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE TIERRAS SON DE CABLE DE COBRE. SE UTILIZA COBRE POR SU MEJOR CONDUCTIVIDAD, TANTO ELECTRICA COMO TERMICA Y SOBRE TODO POR SER RESISTENTE A LA CORROSION.

c) ELECTRODOS.

SON LAS VARILLAS QUE SE CLAVAN EN TERRENOS MAS O MENOS BLANDOS Y QUE SIRVEN PARA ENCONTRAR ZONAS MAS HUMEDAS Y POR LO TANTO CON MENOR RESISTIVIDAD ELECTRICA, LOS ELECTRODOS PUEDEN SER FABRICADOS DE TUBOS O VARILLAS DE FIERRO GALVANIZADO O BIEN DE VARILLAS DE „copperweld,,.

EN EL CASO DEL FIERRO GALVANIZADO, SE PUEDEN USAR EN TERRENOS EN QUE SU CONSTITUCION QUIMICA NO ATAQUE A DICHO MATERIAL. EN TERRENOS CUYAS COMPONENTES SON MAS CORROSIVAS SE UTILIZA EL COPPERWELD,, QUE CONSISTE EN UNA VARILLA DE FIERRO A LA CUAL SE ADHIERE UNA LAMINA DE COBRE. ESTE COBRE ESTA SOLDADO SOLIDAMENTE Y EN FORMA CONTINUA A LA VARILLA DE FIERRO.

d) CONECTORES Y ACCESORIOS.

SON AQUELLOS ELEMENTOS QUE NOS SIRVEN PARA UNIR A LA RED DE TIERRAS. LOS ELECTRODOS PROFUNDOS, LAS ESTRUCTURAS, ETC.

LOS CONECTORES UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE TIERRAS SON PRINCIPALMENTE DE TRES TIPOS:

a) CONECTORES ATORNILLADOS.

b) CONECTORES A PRESION.

c) CONECTORES SOLDADOS.

TODOS LOS TIPOS DE CONECTORES DEBEN SOPORTAR LA CORRIENTE DE LA RED DE TIERRA EN FORMA CONT

LOS CONECTORES A PRESION SON MAS ECONOMICOS QUE LOS ATORNILLADOS Y DAN MAYOR GARANTIA DE BUEN CONTACTO.

LOS CONECTORES SOLDADOS SOLO SE USAN EN LA ACTUALIDAD PARA CONECTAR A TIERRA LOS RIELES DE LOS TRANSFORMADORES..

CON EL PROPOSITO DE DAR UNA IDEA DE LOS VALORES DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO SE DAN LOS SIGUIENTES VALORES:

TIPOS DE TERRENO	RESISTIVIDAD EN OHMS-METROS.
TIERRA ORGANICA MOJADA	10
TIERRA HUMEDA	10 ²
TIERRA SECA	10 ³
ROCA SOLIDA	10 ⁴
TIERRA ARENOSA SECA	1000
TIERRA CON CEMENTO	1000
SUELO ROCOSO	1000
ROCA COMPACTA	1000

EL CONTENIDO DE GASES, ACIDOS O ALCALIS AFECTA EN FORMA MUY APRECIABLE LA RESISTIVIDAD ABATIENDOLA. LA RESISTIVIDAD DEPENDE FUERTEMENTE DEL CONTENIDO DE HUMEDAD. CUANDO ESTA SE PRODUCE ABAJO DE 22% POR PESO, LA RESISTIVIDA CRECE BRUSCAMENTE. EN ESTE CASO, SE IMPONE EL USO DE VARILLAS VERTICALES DE SUFICIENTE LONGITUD PARA LLEGAR A LAS CAPAS DE MAYOR HUMEDAD Y A INSTALAR LAS MALLAS DEL SISTEMA DE TIERRAS A MAYORES PROFUNDIDADES A EFECTO DE QUE QUEDEN EN CONTACTO CON LA TIERRA HUMEDA.

LA GRAVA O ROCA TRITURADA COLOCADA EN LA SUPERFICIE AYUDA TANTO A EVITAR LA EVAPORACION DEL AGUA COMO A REDUCIR LA MAGNITUD DE LOS CHOQUES ELECTRICOS, DADA SU ALTA RESISTIVIDAD.

LA TEMPERATURA TAMBIEN EJERCE UNA INFLUENCIA APRECIABLE SOBRE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO. A MENOS DE CERO GRADOS CENTIGRADOS, LA RESISTIVIDAD CRECE BRUSCAMENTE Y A MAYORES TEMPERATURAS ESTA CRECE.

b) CORRIENTE A TIERRA (I) CORRESPONDE AL VALOR MAXIMO QUE SE PROVEE DE LA CORRIENTE EN AMPERES QUE DEBE SER DISPERSADA EN EL SISTEMA DE TIERRAS.

c) LA TENSION DE TIERRA (V) QUE EQUIVALE A LA MAXIMA DIFERENCIA DE POTENCIAL MEDIDA A VOLTS, EXISTENTE ENTRE EL SISTEMA DE DISPERSION Y UN PUNTO EN EL INFINITO CUANDO EL SISTEMA DE TIERRAS DISPERSA LA CORRIENTE DE TIERRA PREVISTA.

d) EL GRADIENTE DE TIERRA (E) QUE INDICA LA DIFERENCIA DE POTENCIAL ENTRE DOS PUNTOS DEL TERRENO CUYA DISTANCIA DEL DISPERSOR ES DIFERENTE DE UN METRO (V/M).

REFERENTE A LA PROTECCION DEL PERSONAL, CON EL FIN DE PROTEGERLO DEL PELIGRO DE LA CORRIENTE ELECTRICA, PODREMOS CLASIFICAR LAS SIGUIENTES TENSIONES :

a) TENSION DE CONTACTO (V_c).

COMO EL VALOR DE LA TENSION QUE SE PRESENTA AL PASO DE LA CORRIENTE A TIERRA, ENTRE LAS MASAS METALICAS CONECTADAS A TIERRA Y EL TERRENO CIRCUNVECINO, QUE PUEDEN EN ALGUNA FORMA ENTRAR EN CONTACTO.

b) TENSION DE PASO (V_p).

COMO AQUELLA TENSION QUE SE MANIFIESTA AL PASO DE LA CORRIENTE DE TIERRA ENTRE DOS PUNTOS DEL TERRENO DISTANCIAS ENTRE SI, EN UNA LONGITUD DE UN METRO.

4.7.-CALCULO DEL CONDUCTOR PARA RED DE TIERRAS.

CADA UNO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TIERRA, INCLUYENDO LOS CONDUCTORES DE LA PROPIA MAYA, LAS CONEXIONES Y LOS ELECTRODOS, DEBERAN SER DISEÑADOS DE TAL MANERA QUE:

a) LAS UNIONES ELECTRICAS NO SE FUNDAN O DETERIOREN, EN LAS CONDICIONES MAS DESFAVORABLES DE MAGNITUD Y DURACION DE LA CORRIENTE DE FALLA A QUE QUEDEN EXPUESTAS.

b) LOS ELEMENTOS, SEAN MECANICAMENTE RESISTENTES EN ALTO GRADO, ESPECIFICAMENTE EN AQUELLOS LUGARES EN QUE QUEDEN EXPUESTOS A UN DAÑO FISICO.

c) TENGAN SUFICIENTE CONDUCTIVIDA PARA QUE NO CONTRIBUYAN APRECIABLEMENTE A PRODUCIR DIFERENCIAS DE POTENCIAL.

LA ECUACION DE ONDERDONK PERMITE SELECCIONAR EL CONDUCTOR DE COBRE Y LA UNION ADECUADOS PARA EVITAR LA FUSION.

$$I=A \times \sqrt{\frac{\text{LOG} \frac{T_m - T_a}{10\,234 + T_a} + 1}{33 \text{ S}}}$$

DONDE:

I=CORRIENTE DE FALLA DE FASE A TIERRA EN AMPERES.

A=SECCION DE COBRE, EN CIRCULAR MILS.

S=TIEMPO DURANTE EL CUAL CIRCULA LA CORRIENTE DE FALLA (SEGS.)

T_m=TEMPERATURA MAXIMA PERMISIBLE, EN GRADOS CENTIGRADOS.

T_a=TEMPERATURA AMBIENTE, EN GRADOS CENTIGRADOS.

PUEDEN SUPONERSE NORMALMENTE LOS SIGUIENTES VALORES:

T_a=40°CENTIGRADOS.

T_m=1,083°CENTIGRADOS. TEMPERATURA DE FUSION DEL COBRE.

T_m=450°CENTIGRADOS. TEMPERATURA PERMISIBLE PARA SISTEMAS CON SOLDADURA.

T_m=250°CENTIGRADOS TEMPERATURA PERMISIBLE PARA SISTEMAS EN UNIONES POR CONECTORES.

CUANDO SE DESEA ESTABLECER EL CALIBRE DE UN CONDUCTOR PARA LA RED DE TIERRAS, SE DESPEJA EL AREA (A), EN LA ECUACION DE ONDERDONK Y SE OBTIENE LA SECCION TRANSVERSAL NECESARIA EN CIRCULAR MILS (C.M.), SE SABE QUE 1mm², ES APROXIMADAMENTE A 2.000 CIRCULAR MILS. EL TIEMPO EN QUE CIRCULA LA FALLA SE TOMARA IGUAL AL NECESARIO PARA QUE ACTUEN LAS PROTECCIONES.

SE CONSIDERA UN TIEMPO TOTAL DE OPERACION DEL INTERRUPTOR DE 0.5 SEGS. CON LA ECUACION ANTERIOR, SE HAN CALCULADO VALORES QUE SE MUESTRAN EN LA SIGUIENTE TABLA Y NOS PERMITE SELECCIONAR DE MANERA RAPIDA LA SECCION DE COBRE NECESARIA, A PARTIR DEL TIEMPO DE DURACION DE LA FALLA.

tiempo de duracion de falla.	circular mils por ampere.		
	cable sol	con sold.de lat	con union de conecta
30 segund	40	50	65
4 segund	14	20	24
1 segund	7	10	12
0.5segund	5	6.5	8.5

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES PARA PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS Y CANALIZACIONES INTERIORES.

capacidad nominal o ajuste de dispositivo de proteccion contra sobrecorriente ubicado antes del equipo, conductor etc no mayor de (amperes).	calibre del conductor de puesta a tierra. (AWG o MCM).
	cobre.
15	14
20	14
30	12
40	10
60	10
100	08
200	06
400	04
600	02
800	1/0
1000	2/0
1200	3/0
1600	4/0
2000	250 MCM
2500	350 MCM

PARA CONDUCTORES CON UN AREA MAYOR DEL DESIGNADO COMO 4/0, SE HACE UNA DESIGNACION QUE ESTA EN FUNCION DE SU AREA EN PULGADAS, PARA LO CUAL SE EMPLEA UNA UNIDAD DENOMINADA CIRCULAR MILS, SIENDO ASI COMO UN CONDUCTOR DE 300 CORRESPONDERA A AQUEL CUYA SECCION SEA 300,000 CM, ENTENDIENDOSE COMO:
CIRCULAR MIL.-ES LA SECCION DE UN CIRCULO QUE TIENE UN DIAMETRO DE UN MILESIMO DE PULGADA (0.001 in).



LA RELACION ENTRE CIRCULAR MIL Y EL AREA ES: mm² PARA UN CONDUCTOR SE OBTIENE COMO SE ESTABLECE:

$$1 \text{ in} = 25.4 \text{ mm.}$$

$$1/1000 \text{ in} = 0.0254 \text{ mm.}$$

SIENDO EL CIRCULAR MIL UN AREA.

$$1 \text{ CM} = \frac{d^2}{4} = \frac{3.1416 (0.0254)^2}{4} =$$

$$1 \text{ CM} = 5.067 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$$

DE DONDE:

$$1 \text{ mm}^2 = \frac{10^4}{5.067} = 1974 \text{ CM.}$$

$$1 \text{ mm}^2 = 2000 \text{ CM.}$$

CAPITULO NUMERO 5.

CALCULO Y SELECCION DE CONDUCTORES, CAVILIZACIONES.

INTRODUCCION.—PARA LA REALIZACION DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESPUES DE HABER SUPERADO LA ETAPA DEL PROYECTO, PARTE FUNDAMENTAL DE CUALQUIER TRABAJO O ACTIVIDAD, ES NECESARIO TENER EN CUENTA, QUE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS, ESTAN CONSTITUIDAS BASICAMENTE POR ELEMENTOS DE CONDUCCION, ESTOS DEBEN TENER UNA BUENA CONDUCTIVIDAD Y CUMPLIR CON OTROS REQUISITOS EN CUANTO A SUS PROPIEDADES ELECTRICAS MECANICAS; CONSIDERANDO DESDE LUEGO EL ASPECTO ECONOMICO.

EN GENERAL, UN CONDUCTOR ES UN CUERPO CONSTITUIDO DE UN MATERIAL DE ALTA CONDUCTIVIDAD QUE PUEDE SER UTILIZADO PARA EL TRANSPORTE DE CORRIENTES ELECTRICAS; EL CUAL SE COMPONE DE UN HILO O ALAMBRE DE MATERIAL CONDUCTOR, O UNA SERIE DE ALAMBRES CABLEADOS QUE SE UTILIZAN YA SEAN AISLADOS O DESNUDOS.

NORMALMENTE LOS CONDUCTORES SON DE COBRE O ALUMINIO PARA APLICACIONES DONDE EXISTEN GRANDES TENSIONES MECANICAS SE UTILIZAN BRONCES, ACEROS Y ALEACIONES ESPECIALES; PARA APLICACIONES ELECTRONICAS MUY ESPECIALES EN PEQUEÑAS CANTIDADES, SE UTILIZA EL ORO LA PLATA Y EL PL

SE FABRICAN CONDUCTORES DE SECCION CIRCULAR DE MATERIAL SOLIDO O COMO CABLES, DEPENDIENDO DE LA CANTIDAD DE CORRIENTE POR CONducIR Y SU APLICACION FISICA A IMPLEMENTAR, AUNQUE EN ALGUNOS CASOS SE FABRICAN EN SECCIONES RECTANGULARES.

PARA ALTAS CORRIENTES, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LAS NORMAS, LOS CONDUCTORES SE HAN IDENTIFICADO POR UN NUMERO QUE CORRESPONDE A LO QUE COMUNMENTE SE CONOCE COMO EL CALIBRE Y QUE NORMALMENTE SE SIGUE EL SISTEMA AMERICANO DE DESIGNACION **(SEE AMERICAN WIRE GAUGE.)**

SIENDO EL MAS GRUESO EL NUMERO 4/0. SIGUIENDO EN ORDEN DESENDENTE DEL AREA DEL CONDUCTOR LOS NUMEROS 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, Y 20; QUE ES EL MAS DELGADO USADO EN INSTALACIONES ELECTRICAS.

AL REALIZAR UN PROYECTO DE UNA INSTALACION ELECTRICA PARA SELECCIONAR EL CONDUCTOR ADECUADO QUE TRANSPORTARA UNA CORRIENTE DETERMINADA A UN DISPOSITIVO, ESPECIFICO, SE DEBEN TOMAR EN CONSIDERACION LOS SIGUIENTES FACTORES:

- 1.-CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE (AMPACIDAD).**
- 2.-LA CAIDA DE VOLTAGE.**

AL CONSIDERAR ESTOS DOS FACTORES PARA LA SELECCION DEL CONDUCTOR, ES POSIBLE QUE LOS RESULTADOS DIFIERAN, TOMANDO COMO BUENO EL QUE RESULTE DE MAYOR SECCION, LOS REQUERIMIENTOS DE LOS DOS FACTORES ANTES MENCIONADOS:

- 1.-CALCULO POR MEDIO DE LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE. (AMPACIDAD).

LA CAPACIDAD DE CONDUCCION (AMPACIDAD) ES LA MAXIMA CORRIENTE EN AMPERES QUE PUEDE SER CONDUCCIDA EN UN CONDUCTOR CUMPLIENDO LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y SE ENCUENTRA LIMITADA POR LOS SIGUIENTES FACTORES:

- CONDUCTIVIDAD DEL METAL CONDUCTOR.
- CAPACIDAD TERMICA DEL AISLAMIENTO.

LA CONDUCTIVIDAD SIRVE PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA AL PASO DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES, FACTOR QUE ES MUY IMPORTANTE EN VIRTUD DE QUE DETERMINA LAS PERDIDAS DE POTENCIA AL PASO DE LA CORRIENTE DE ACUERDO A LA SIGUIENTE FORMULA.

$$W=R I^2$$

- DONDE R=RESISTENCIA ELECTRICA EN OHMS.
- I=CORRIENTE ELECTRICA EN AMPERES.
- W=POTENCIA EN WATTS.

ESTA POTENCIA POR UN PERIODO DE TIEMPO DETERMINADO ES UNA ENERGIA QUE SE DISIPA EN FORMA DE CALOR.

POR OTRA PARTE SE SABE QUE LA RESISTENCIA DE PASO DE UNA CORRIENTE ELECTRICA VARIA POR LA TEMPERATURA Y LOS DATOS ESTABLECIDOS POR LA RESISTENCIA NORMALMENTE A 60°C, QUE AL DETERMINAR LA RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR A OTRA TEMPERATURA SE DEBE CORREGIR MEDIANTE LA FORMULA.:

$$R_T = R_{60} \cdot C \left[1 + \alpha (T - 60) \right]$$

DONDE:

R_T = RESISTENCIA A LA TEMPERATURA DESEADA
 T = TEMPERATURA CONSIDERADA.
 α = COEFICIENTE DE CORRECCION EN OHMS/°C.
PARA EL COBRE ES 0.00385

ES CONVENIENTE RECORDAR QUE LOS VALORES DE RESISTENCIA INDICADOS EN ALGUNAS TABLAS SE HAN ESTABLECIDO PARA CORRIENTE DIRECTA Y CUANDO SE UTILIZA CORRIENTE ALTERNA PARA CIRCULAR A TRAVEZ DE UN CONDUCTOR SE PRODUCE UN EFECTO SUPERFICIAL DEBIDO AL DESARROLLO DE UNA TENSION, POR LA INDUCCION QUE ES MAYOR EN LA PARTE CENTRAL DEL CONDUCTOR QUE EN LA SUPERFICIE, PRODUCIENDO UNA CORRIENTE EN SENTIDO CONTRARIO A LA CORRIENTE NORMAL QUE CIRCULA POR EL CONDUCTOR, MANIFESTANDOSE ESTO COMO UN AUMENTO DE RESISTENCIA.

DEDUCIENDO DE LO ANTERIOR QUE LA RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR CUANDO CIRCULA POR EL UNA CORRIENTE ALTERNA ES MAYOR QUE CUANDO CIRCULA UNA CORRIENTE DIRECTA ESTABLECIENDO FACTORES DE CORRECCION PARA OBTENER LOS VALORES DE RESISTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA APARTIR DE LOS VALORES DE RESISTENCIA DE CORRIENTE DIRECTA.

COMO SE EXPRESO ANTERIORMENTE LAS PERDIDAS DE POTENCIA SE MANIFIESTAN EN FORMA DE CALOR QUE A SUVEZ INFLUYEN DIRECTAMENTE EN EL AISLAMIENTO DEL CONDUCTOR. FACTOR QUE ES MUY IMPORTANTE YA QUE DETERMINA LA TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION A REGIMEN PERMANENTE DE UN CONDUCTOR INDICANDO EN LA SIGUENTE TABLA.

ESTABLECIENDO QUE LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE DE UN CONDUCTOR ESTA INTIMAMENTE LIGADA A LA CAPACIDAD DEL AISLAMIENTO PARA TEMPERATURAS ELEVADAS Y CONSIDERANDO QUE LOS CONDUCTORES POR LO GENERAL SE ENCUENTRAN ADENTRO DE CANALIZACIONES EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS, QUE SE COMPORTAN COMO EMISORAS DE CALOR Y TAMBIEN POR TEMPERATURAS AMBIENTES SUPERIORES A LOS 40° CENTIGRADOS.

TEORICAMENTE UN CONDUCTOR DESNUDO SOPORTADO POR AISLADORES DE PORCELANA PUEDE TRANSMITIR UNA GRAN CORRIENTE, HASTA EL PUNTO EN QUE POR EFECTO JOULE SE ALCANCE LA TEMPERATURA DE FUSION DEL MATERIAL EN REALIDAD ESTO NO OCURRE YA QUE LOS CONDUCTORES CONDUCE LA CORRIENTE PERMISIBLE DE ACUERDO A SU CAPACIDAD, PERO EN EL CASO DE SOBRECARGAS EL CALOR PRODUCIDO ES DISIPADO POR EL AIRE CIRCULANTE AL CONDUCTOR.

EN EL CASO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE BAJA TENSION, LOS CONDUCTORES SE ENCUENTRAN EN UN MEDIO DE CANALIZACION EN DONDE ADEMÁS SE ENCUENTRAN ALOTTADOS OTROS CONDUCTORES EN ESTE CASO EL CALOR GENERADO DESTRUIRA LOS AISLAMIENTOS MUCHO ANTES DE QUE EL MATERIAL CONDUCTOR LLEGUE A SU TEMPERATURA DE FUSION, DEBIDO A QUE LA CAPACIDAD TERMICA DEL AISLAMIENTO ES MUCHO MENOR A LA DEL CONDUCTOR, POR LO QUE ES MUY IMPORTANTE LIMITAR LA TEMPERATURA DE TRABAJO DE LOS CONDUCTORES HASTA EL PUNTO EN QUE EL CALOR QUE SE GENERA NO LLEGUE A LA TEMPERATURA DE FUSION DE LOS AISLAMIENTOS, ES DECIR QUE SIEMPRE SE DEBE TRABAJAR AL CONDUCTOR ABAJO DE LA TEMPERATURA DE FUSION DEL AISLAMIENTO.

PARA FINES PRACTICOS SE VA UN POCO MAS ABAJO Y NO SE PERMITE TRABAJAR EL CONDUCTOR CON TEMPERATURAS QUE EXEDAN LA TEMPERATURA MAXIMA DEL AISLAMIENTO.

DESDE EL PUNTO DE VISTA TEORICO SE PUEDE ESTABLECER LAS BASES PARA EL CALCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE ACUERDO CON SU CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE, CONSIDERANDO EL EFECTO TERMICO EN LOS TERMINOS QUE SE DESCRIBIO ANTERIORMENTE. ESTE CALCULO ESTABLECE UNA ANALOGIA CON LA LEY DE OHM PARA CIRCUITOS ELECTRICOS Y A SEMEJANZA DE LA EDUCACION CONOCIDA PARA LA LEY DE OHM QUE EXPRESA LA CAIDA DE VOLTAJE EN UN CIRCUITO (V) CUANDO CIRCULA UNA CORRIENTE (I) ATRAVES DE UNA RESISTENCIA (R).

$$V = R I \dots\dots\dots 1$$

SE TIENE UNA ECUACION PARA UN MEDIO EN EL CUAL ESTA CIRCULANDO CALOR Y QUE ESTABLECE QUE UN INCREMENTO DE TEMPERATURA ES IGUAL AL CALOR CIRCUNDANTE EN EL MEDIO MULTIPLICADO POR LA RESISTENCIA TERMICA DEL MISMO Y QUE SE EXPRESA COMO:

$$\Delta T = R_x \dots\dots\dots 2$$

DONDE:

ΔT = INCREMENTO O CAIDA DE TEMPERATURA EN °C.

W = CALOR CIRCULANTE EN WATTS./m.

R_x = RESISTENCIA TERMICA DEL MEDIO EN $\frac{^\circ\text{C}-\text{M}}{\text{WATT}}$

SUPONIENDO EL CASO DE UN CONDUCTOR AISLADO DENTRO DE UNA CANALIZACION LA TEMPERATURA AMBIENTE t_a ES MENOR QUE LA PRODUCIDA POR

EL CONDUCTOR T_c . ENTONCES EL CALOR QUE FLUYE DEL CONDUCTOR HACIA EL MEDIO AMBIENTE PASANDO POR SU AISLAMIENTO, EL AIRE CONTENIDO EN LA CANALIZACION Y ELLA MISMA. CADA UNO DE ESTOS ELEMENTOS TENDRA UNA RESISTENCIA AL PASO DEL CALOR DE ACUERDO CON SUS CARACTERIZTICAS PROPIAS.

LA VARIACION DE TEMPERATURA DESDE EL PUNTO MAS CALIENTE HASTA EL PUNTO MAS FRIO ESTA DADA COMO:

$$\Delta T = T_c - T_a \dots\dots 3$$

EN EL CALOR QUE PRODUCE EL CONDUCTOR ES EXCLUSIVAMENTE EL DEBIDO A EFECTO JOULE.

$$W = \frac{RI^2}{m} \text{ WATTS} \dots\dots 4$$

DONDE:

R=RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN OHMS/m.

I=CORRIENTE QUE CIRCUA POR EL CONDUCTOR EN AMPERES.

LA RESISTENCIA TERMICA R_x ES LA SUMA DE LAS RESISTENCIAS TERMICAS DE LOS DISTINTOS MEDIOS DESDE EL PUNTO MAS CALIENTE HASTA EL PUNTO MAS FRIO.

$$R_x = R_{x1} + R_{x2} + \dots + R_{xn} = \sum_{i=1}^n R_{xi} \dots\dots 5$$

SUSTYITUYENDO (3, 4 Y 5 EN 2) SE TIENE:

$$T_c - T_a = (RI)^2 \cdot \sum_{i=1}^n R_{xi} = RI^2 \cdot R_x \dots\dots 6$$

$$= (C^\circ - W)$$

DE LA ECUACION ANTERIOR DESPEJAMOS LA CORRIENTE I, QUE REPRESENTA EL VALOR ADMISIBLE DE CORRIENTE EN EL CONDUCTOR.

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R \cdot R_x}}$$

EXPRESANDO LA RESISTENCIA DEL CONDUCTOR COMO:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

DONDE:

ρ = RESISTIVIDAD EN $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

l=LONGITUD EN m

S=SECCION DEL CONDUCTOR EN mm^2

LA ECUACION DE LA CORRIENTE QUEDA COMO:

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{\rho \frac{l}{S} \cdot R_x}}$$

EN ESTA EXPRESION SE BASAN PARA REALIZAR LAS TABLAS DE CAPACIDAD DE CONDUCCION, PARA DISTINTOS CONDUCTORES EN DIFERENTES CONDICIONES DE INSTALACION.

FACTOS DE RELLENO PARA INSTALACION DE CONDUCTORES EN TUBO CONDUIT.

DEBIDO AL INCREMENTO DE TEMPERATURA QUE SE PRESENTA EN LOS CONDUCTORES POR LA CIRCULACION DE CORRIENTE ATRAVES DE ELLOS Y LA DISIPACION DE CALOR HACIA EL MEDIO QUE LES RODEA. EL AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES SE RESTRINGE DEBIDO A SUS LIMITACIONES TERMICAS.

POR TAL MOTIVO ESTA LIMITADO EL NUMERO DE CONDUCTORES A TRAVEZ DE LA CANALIZACION O DUCTO QUE LOS ALOJE. DE TAL FORMA QUE LES PERMITE TENER UN ARREGLO FISICO, PARA FACILITAR EL ALOJAMIENTO Y MANIPULACION DURANTE EL MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA; CONSIDERANDO EL AIRE QUE SE ALOJA EN CANALIZACION O DUCTOS, PARA PERMITIRLES UNA TEMPERATURA ADECUADA:

ESTA CONDICIONES SE LOGRAN AL TENER UNA PROPORCION ADECUADA. ENTRE EL AREA DEL DUCTO Y LOS CONDUCTORES:

$$F = \frac{a}{A}$$

DONDE:

F=FACTOR DE RELLENO.

a=AREA TOTAL DE CONDUCTORES.

A=AREA INTERIOR DEL TUBO O DUCTO.

SIENDO EL FACTOR DE RELLENO PREESTABLECIDO PARA INSTALACIONES:

53% PARA UN CONDUCTOR.

31% PARA DOS CONDUCTORES.

43% PARA TRES CONDUCTORES.

40% PARA CUATRO O MAS CONDUCTORES.

SIEMPRE CUANDO LOS CONDUCTORES QUE SE ALOJEN EN UN DUCTO SEAN PORTADORES DE CORRIENTE O NO, INCLUYENDO SU AISLAMIENTO Y OTROS FORROS, NO DEBEN DE OCUPAR MAS DEL 40% DE LA SECCION TRANSVERSAL INTERIOR DEL DUCTO. TOMANDO EN CUENTA LAS NORMAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS REFERIMOS LA SIGUIENTE TABLA.

Tipo de aislam. Temp. máx.	AVA, AVL		AI, SA, AIA		A, AA, FEPS	
	110°C		125°C		200°C	
	en tubo	al aire	en tubo	al aire	en tubo	al aire
14	30	60	30	60	30	65
12	31	60	30	60	30	65
10	45	60	50	70	55	75
8	50	60	60	80	70	100
6	60	100	60	100	60	100
4	100	100	110	170	120	180
3	130	100	130	170	145	210
2	130	210	165	225	180	240
1	180	245	170	265	180	280
0	180	290	200	300	220	320
00	215	330	230	360	250	370
000	240	360	265	410	280	430
0000	275	440	310	470	320	510
250	310	490	370	530	-	-
300	340	530	380	560	-	-
350	370	570	420	600	-	-
400	430	630	480	710	-	-
500	470	700	500	810	-	-
600	520	800	645	910	-	-
700	600	940	800	1020	-	-
750	660	1000	870	1070	-	-
800	660	1030	870	1070	-	-
900	-	-	-	-	-	-
1000	680	1100	730	1240	-	-

Tipo de aislam. Temp. máx.	T1M, M1, T1V, T1D, T1V		T2M, M2, T2V, T2D, T2V		P1L, V, M1		T2B, A2B, K1B, T2M, T1A, SA, FEP, T2V, P2H, K2V, M2V, K2M	
	60°C		75°C		95°C		90°C	
	en tubo	al aire	en tubo	al aire	en tubo	al aire	en tubo	al aire
14	18	20	18	20	28	30	28	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	50	40	50
8	40	50	45	55	50	70	50	70
6	60	80	60	80	70	100	70	100
4	70	100	80	120	80	130	80	130
3	80	120	100	140	100	150	100	150
2	90	140	110	170	100	180	120	180
1	110	180	130	200	140	210	140	210
0	130	180	160	230	160	240	150	240
00	140	220	170	260	180	280	180	280
000	160	250	200	310	210	330	210	330
0000	180	300	230	360	230	380	230	380
250	210	340	250	400	270	420	270	420
300	240	370	280	440	300	460	300	460
350	280	420	340	500	330	520	330	520
400	300	480	360	560	360	570	360	570
500	330	510	380	620	400	630	400	630
600	350	570	420	680	430	740	430	740
700	380	620	460	740	460	810	460	810
750	400	680	470	790	480	840	480	840
800	410	690	480	810	510	860	510	860
900	430	730	520	870	540	940	540	940
1000	480	780	540	930	580	1000	580	1000

Tabla de capacidad de corriente de conductores de cobre NTEX

CALCULO POR MEDIO DE CAIDA DE VOLTAJE.

EN EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, SE ESTABLECE QUE EN TODAS LAS INSTALACIONES, LOS CONDUCTORES DEBEN DIMENSIONAR DE MANERA QUE LA CAIDA DE VOLTAJE NO EXEDA AL 3%, YA SEA QUE SE ALIMENTEN:

CARGAS DE ALUMBRADO, FUERZA, CALEFACCION, AIRE ACONDICIONADO O CUALQUIER COMBINACION DE ESTAS.

EN CONJUNTO, LA MAXIMA CAIDA DE VOLTAJE TOTAL EN LOS CONDUCTORES DE ALIMENTACION O CIRCUITOS DERIVADOS, NO DEBEN EXEDER AL 5%.

LA CAIDA DE VOLTAJE EN LOS CIRCUITOS MONOFASICOS, CONSIDERANDO LA CARGA PRINCIPALMENTE RESISTIVA Y DESPRECIANDO EL EFECTO INDUCTIVO, SE CALCULA DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN LA LEY DE OHM.

$$V=RI. \text{ (volts).}$$

DONDE LA RESISTENCIA (R) SE PUEDE ESPRESAR EN TERMINOS CARACTERIZTICOS DEL CONDUCTOR ESTABLECIDO.:

$$R = \rho L / S \text{ (ohms)} = \frac{1/50 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}}{\text{mm}^2}$$

DONDE ρ = RESISTIVIDAD DEL CONDUCTOR ($\frac{\text{OHM} \cdot \text{mm}^2}{\text{M}}$)

$$\text{PARA EL COBRE } \rho = 0.01724 \frac{\text{OHM} \cdot \text{MM}^2}{\text{M}} = \frac{1}{50} \approx 1/50 \approx \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

DONDE L = LONGITUD DEL CONDUCTOR (M).

DONDE S = SECCION DEL CONDUCTOR (mm²)

PUDIENDO EXPRESAR LA CAIDA DE VOLTAJE:

$$V = \frac{\rho L I}{S}$$

DE DONDE SABEMOS QUE EL CONSUMO DE ENERGIA SE MIDE EN WATTS.

$$W = E_n I \cos \phi$$

DONDE :

E_n = VOLTAJE DE LINEA A NEUTRO.

I = CORRIENTE EN AMPERES POR CONDUCTOR.

$\cos \phi$ = FACTOR DE POTENCIA.

DESPEJANDO TENEMOS:

$$I = \frac{W}{E_n \cos \phi}$$

DONDE POR ANALISIS ANTERIOR TENEMOS:

$$e = \frac{L I}{50 \text{ s}} \quad \text{O} \quad e = \frac{2 L I (10.8)}{S}$$

LA CAIDA DE TENSION EN PORCIENTOS:

$$e\% = \frac{e}{E_n} \times 100.$$

DONDE:

$e\%$ = CAIDA DE VOLTAJE EN PORCIENTO.

e = CAIDA DE VOLTAJE DE FASE A NEUTRO.

E_n = VOLTAJE DE LINEA A NEUTRO.

SUSTITUYENDO TENEMOS:

$$e\% = \frac{L I}{50 \text{ s } E_n} \times 100 = \boxed{e\% = \frac{2 L I}{S E_n}} \quad \text{O} \quad e\% = \frac{2 L I (10.8)}{S}$$

EN GENERAL EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES, TENEMOS QUE SE CONSUMEN CARGAS TRIFASICAS Y MONOFASICAS POR LO QUE SE TIENE QUE CONSIDERAR TAMBIEN LA CAIDA DE VOLTAJE ENTRE FASES CONSIDERANDO SISTEMAS TRIFASICOS TRES HILOS Y SISTEMAS TRIFASICOS CUATRO HILOS, TENIENDO LO SIGUIENTE:

LA POTENCIA QUE SE CONSUME EN UN SISTEMA TRIFASICO ES:

$$W = \sqrt{3} E_f I \cos \phi$$

DONDE :

E_f = VOLTAJE ENTRE FASES.

DESPEJANDO:

$$i = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi}$$

LA CAIDA DE VOLTAJE ENTRE FASES LA EXPRESAMOS:

$$e_f = \sqrt{3} R I, \quad \text{DONDE } e_f = \text{CAIDA DE VOLTAJE ENTRE FASES.}$$

EXPRESANDOLA EN PORCENTAJE:

TENEMOS:

$$e\% = \frac{e_f}{E_f} \times 100$$

$$e\% = \frac{\sqrt{3} L I}{50 S E_f} \times 100$$

$$e\% = \frac{2 \sqrt{3} L I}{S E_f}$$

LA UTILIZACION DE LOS SISTEMAS ANTERIORES LA PODEMOS APLICAR EN SISTEMAS MONOFASICOS CON DOS HILOS UNO NEUTRO PARA ALIMENTAR CARGAS QUE NO EXEDAN A 3750 WATTS POR CIRCUITO Y EN CIRCUITOS DIRIGIDOS, QUE NO EXEDAN DE 40 AMPERES.

EN SISTEMAS TRIFASICOS A TRES HILOS UTILIZADOS PARA ALIMENTAR MOTORES A DIFERENTES CARGAS INFLUYE EL FACTOR DE EFICIENCIA QUE DEMANDA LA UTILIZACION DEL MISMO TENIENDO LA POTENCIA EXPRESADA EN LOS SIGUIENTES TERMINOS.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \cdot n.$$

DONDE:

n=EFICIENCIA.

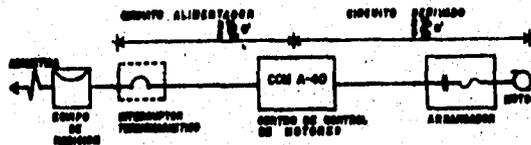
P=POTENCIA EXPRESADA EN WATTS.

POR CAIDA DE TENSION.

PARA LA SELECCION DE LOS CONDUCTORES POR CAIDA DE TENSION SE RECURRIDO A LO SEÑALADO EN LA SECCION 202.6 Y 203.3 DE LAS N.T.I.E. 202.6 EN UN CIRCUITO DERIVADO QUE ALIMENTE CUALQUIER TIPO DE CARGA (ALUMBRADO, FUERZA O CALEFACCION), LA CAIDA DE TENSION HASTA LA SALIDA MAS LEJANA DEL CIRCUITO NO DEBE EXEDER DEL 3%. POR OTRA PARTE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN EL CONJUNTO DEL CIRCUITO ALIMENTADOR Y EL CIRCUITO DERIVADO NO DEBE EXEDER DEL 5%.

203.3 EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DE UN CIRCUITO ALIMENTADOR QUE ABASTEZCA A CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO, FUERZA O CALEFACCION DEBE SER TAL QUE LA CAIDA DE TENSION DESDE LA ENTRADA DEL SERVICIO HASTA LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, NO EXEDA DEL 3%. HAY QUE CONSIDERAR, ADEMAS, QUE LA CAIDA DE TENSION TOTAL EN ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS NO DEBE EXEDER DEL 5%.

POR LO QUE SE OBSERVA QUE SE PUEDE TENER UNA CAIDA DE TENSION MAXIMA EN CIRCUITOS DERIVADOS DEL 3% Y MANTENER LA CAIDA DE TENSION EN CIRCUITOS ALIMENTADORES DEL 2%, O VICEVERSA, SIEMPRE Y CUANDO SE CUMPLA QUE LA SUMA DE CAIDA DE TENSION EN CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS NO SOBREPASE, DEL 5%.



TODO EL CALCULO DE CONDUCTORES POR CAIDA DE TENSION ES EN BAJA TENSION, ESTO ES IMPORTANTE YA QUE LOS CONDUCTORES CUANDO SE OPERAN EN BAJA TENSION EL EFECTO DE LA REACTANCIA INDUCTIVA (X_L) ES MUY PEGUENO COMPARADO CON EL DE LA RESISTENCIA (R), POR LO QUE COMUNMENTE SE DESPRECIA Y SOLO SE CONSIDERA LA RESISTENCIA (R), COMO EL VALOR TOTAL DE LA IMPEDANCIA (Z).

MIENTRAS QUE EN LOS CONDUCTORES QUE VAN A OPERAR EN ALTA TENSION SUCEDE LO CONTRARIO, ES DECIR, LO QUE SE DESPRECIA ES EL EFECTO RESISTIVO (R) POR SER MUY PEQUEÑO Y SOLO SE TOMA EL VALOR DE LA REACTANCIA INDUCTIVA. (X_L) COMO EL VALOR TOTAL DE LA IMPEDANCIA, AUNQUE EN CASOS EN QUE SE REQUIERE DE MUCHA PRECISION, SI SE CONSIDERA EL VALOR DE LA RESISTENCIA (R).

PARA EFECTOS DEL TRABAJO EN CUESTION SE MANTENDRA UNA CAIDA DE TENSION MAXIMA EN CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO, CONTACTOS Y FUERZA DEL 2%. Y EN CIRCUITOS ALIMENTADORES DEL 3%.

ESTA DECISION SE REALIZO TOMANDO EN CUENTA LA GRAN DISTANCIA QUE EXISTE DESDE LOS TABLEROS GENERALES DE DISTRIBUCION (LOCALIZADOS EN EL AREA SOB), Y LOS TABLEROS DE ALUMBRADO Y CENTROS DE CONTROL DE MOTORES DFE CADA UNA DE LAS AREAS, YA QUE AL SELECCIONAR ESTA CAIDA DE TENSION EN CIRCUITOS ALIMENTADORES SE TIENE UN AHORRO CONSIDERABLE DE COBRE.

LAS FORMULAS A EMPLEAR PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES POR CAIDA DE TENSION SON:

SISTEMA

1 FASE, 2 HILOS.

$$E\% = \frac{4 L I}{E_n S}$$

2 FASES, 3 HILOS.

$$E\% = \frac{2 L I}{E_n S}$$

3 FASES, 3 HILOS 0

3 FASES, 4 HILOS

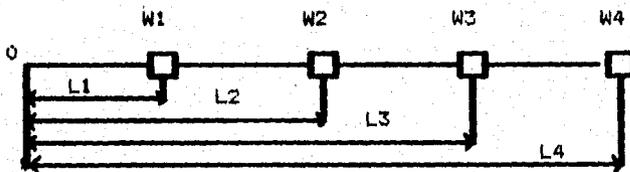
$$E\% = \frac{2 \sqrt{3} L I}{E_f S} \quad \text{DONDE:}$$

- PORCENTAJE DE CAIDA DE TENSION.
- LA LONGITUD DEL CONDUCTOR (L).
- EL ENTENDIMIENTO DE CONDUCTOR (Carga.)
- LA TENSION EN FASE A NUESTRO CUELTO.
- LA TENSION EN FASE A FASE. CUELTO.

AHORA BIEN, A LA LONGITUD DEL CONDUCTOR (L) SE LE LLAMA CENTRO DE CARGA QUE REPRESENTA AL PUNTO EN EL CUAL SE CONSIDERA QUE ESTAN CONCENTRADAS TODAS LAS CARGAS PARCIALES, O DICHO DE OTRA FORMA CENTRO DE CARGA, ES EL PUNTO EN DONDE SE CONSIDERA UNA CARGA IGUAL A LA SUMA DE TODAS LAS CARGA PARCIALES. LO QUE EN REALIDAD REPRESENTA EL CENTRO DE GRAVEDAD SI A LAS CARGAS ELECTRICAS SE LES TRATA COMO MASAS, EL CALCULO DEL CENTRO DE CARGA ES UTILIZADO PRINCIPALMENTE EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO.

EL CENTRO DE CARGA PUEDE CALCULARSE SEGUN EL CASO PARTICULAR DE QUE SE TRATE:

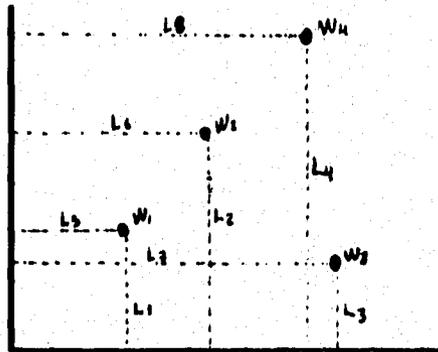
- a) CUANDO LAS CARGAS PARCIALES ESTAN EN UN MISMO LINEAMIENTO.



EL PUNTO 0 NOS INDICA EL PUNTO DE REFERENCIA O EL LUGAR DONDE SE ENCUENTRA LA TOMA DE ENERGIA, TABLERO DE ALUMBRADO O DISTRIBUCION, ETC., POR LO QUE LA DISTANCIA AL CENTRO DE CARGA SE CALCULA POR LA FORMULA SIGUIENTE:

$$L = \frac{L_1 W_1 + L_2 W_2 + L_3 W_3 + L_4 W_4 + L_5 W_5 + L_n W_n}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_n}$$

b) POR RAZONES DE TRABAJO ES COMUN TENER 4 O MAS CARGAS COLOCADAS SIN GUARDAR LINEAMIENTO ALGUNO COMO A CONTINUACION SE OBSERVA:



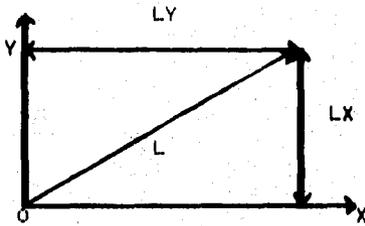
LA DISTANCIA MEDIA CON RESPECTO AL EJE DE LAS X ES:

$$L_x = \frac{L_1 W_1 + L_2 W_2 + L_3 W_3 + L_4 W_4 + L_5 W_5 + L_n W_n}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_n}$$

LA DISTANCIA MEDIA CON RESPECTO AL EJE DE LAS Y ES:

$$L_y = \frac{L_5 W_1 + L_6 W_2 + L_3 W_3 + L_8 W_4 + L_n W_n}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_n}$$

Y SU CENTRO DE CARGA RESULTA SER:



$$L = \sqrt{(LX)^2 + (LY)^2}$$

PARA EFECTO DEL TRABAJO SE CALCULARA EL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE Y POR CAIDA DE TENSION, EN CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO SOLAMENTE PARA EL CIRCUITO MAS ALEJADO QUE TAMBIEN RESULTA SER EL DE CAPACIDAD MAYOR.

EN LA TABLA SE INDICA EN RESUMEN LOS PASOS A SEGUIR PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES ELECTRICOS:

CALCULO DE CONDUCTORES INTERIORES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO.

SE MUESTRA EL CALCULO PARA DOS CIRCUITOS DERIVADOS DIFERENTES, DONDE SE OBSERVA QUE ES EL MISMO CRITERIO A SEGUIR POR LO QUE EL RESTO DE LOS CALCULOS SE OMITIERON.

a) CALCULO DEL CIRCUITO DERIVADO B-1 (EL MAS CARGADO Y ALEJADO) DEL TABLERO.

ES NECESARIO SENALAR QUE EN CADA TUBERIA SE ALOJARAN A LO MAXIMO 6 CONDUCTORES, POR LO QUE EXISTEN FACTORES DE AGRUPAMIENTO DEL 80% POR CORRIENTE.

$$\frac{888}{127(0.9)(0.8)} = 9.71 \text{ AMPS.}, \text{ SEGUN TABLA 1 CORRESPONDE A UN}$$

CONDUCTOR DE MENOR CALIBRE DEL NUMERO 14 AWG, YA QUE ESTE CONDUCE 15 AMP., PERO LO SEGUN SENALADO EN LA SECCION 202.7 DE LAS N.T.I.E.

202.7.-CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS.

CALIBRE MINIMO. EN CIRCUITOS DERIVADOS PARA CARGAS DEFINIDAS, YA SEA DE FUERZA, ALUMBRADO, CALEFACCION O UNA COMBINACION DE ESTAS CARGAS, NO DEBEN USARSE CONDUCTORES DE CALIBRES MENORES DEL NUMERO 14AWG. Y EN CIRCUITOS DERIVADOS PARA CARGAS INDEFINIDAS (CONTACTOS) NO DEBEN DE USARSE CONDUCTORES MENORES QUE EL CALIBRE N°12 AWG.

POR LO QUE PARA LA SELECCION DE LOS CONDUCTORES POR CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE SELECCIONAMOS CONDUCTORES DEL NUMERO 14 AWG.

POR CAIDA DE TENSION.

MANTIENIENDO $e\%=2$ (CONSTANTE) PARA CIRCUITOS DERIVADOS.

$$S = \frac{4(38m)(7.77\text{AMPS.})}{127 \text{ V. } (2)} = 4.65 \text{ mm}^2$$

COMO NO EXISTE EN EL MERCADO UN CONDUCTOR DE ESTA SECCION TRANSVERSAL, SE CONSIDERO EL CONDUCTOR DE CALIBRE INMEDIATO SUPERIOR SIENDO DEL NUMERO 10 AWG, TAL COMO INDICA LA TABLA

POR LO QUE EL CRITERIO DE SELECCION ES POR CAIDA DE TENSION, ASI MISMO EN TODOS LOS CIRCUITOS DERIVADOS SE INSTALARAN CONDUCTORES DEL NUMERO 10 AWG.

PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES EN CARGAS INDEFINIDAS (CONTACTOS) SE CONSIDERO QUE DEL TOTAL DE CONTACTOS INSTALADOS EN CADA AREA RESPECTIVA SOLAMENTE VAN A OPERAR 3, Y COMO CADA UNO DEMANADA 10 AMP.

EL TOTAL ES DE 30 AMPS., POR LO QUE RECORDANDO EN LA SECCION 202.7 DE N.T.I.E. SE INSTALARON CONDUCTORES DEL NUMERO 10 AWG.

CALCULO DE CONDUCTORES DERIVADOS DEL SISTEMA DE FUERZA.

PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES DERIVADOS POR CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE, SE CONSIDERO LO INDICADO EN LAS SECCIONES 202.7 (VER INCISO 3.3) Y 403.14 DE LAS N.T.I.E.

403.14 CONDUCTORES QUE ALIMENTAN UN SOLO MOTOR.

LOS CONDUCTORES DE UN CIRCUITO DERIVADO QUE ALIMENTEN UN SOLO MOTOR DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE NO MENOR QUE EL 125% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR.

A CONTINUACION SE MUESTRA UN EJEMPLO DEL CALCULO DEL CONDUCTOR DE FUERZA (MOTOR).

POR CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE:

1.-CONDUCTOR = $1.25(60)=75$ AMPS, DE TABLA 1 SE SELECCIONA UN CONDUCTOR DE CALIBRE N°4 AWG.

POR CAIDA DE TENSION :

$$e\% = \frac{2\sqrt{3} LI}{\Sigma f S}$$

$$S = \frac{2\sqrt{3} LI}{\Sigma f e\%} \quad (\text{mm}^2)$$

MANTIENIENDO: $e\% = 2(\text{cte})$.

L=DISTANCIA QUE EXISTE DESDE EL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES AL QUE PERTENECE EL MOTOR, HASTA EL PROPIO MOTOR.

$$S = \frac{2 \sqrt{3} (36) (60)}{440 (2)} = 0.5 \text{mm}^2, \text{ DE TABLA 1 SE SELECCIONAN}$$

CONDUCTORES DE CALIBRE N°6 AWG.

POR LO QUE EL CRITERIO DE SELECCION ES POR CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE.

CALCULO DE CIRCUITOS ALIMENTACION.

LA SELECCION DE CONDUCTORES ALIMENTADORES TANTO DEL SISTEMA DE FUERZA COMO DE ALUMBRADO DEPENDE DE LAS CARACTERIZTICAS Y MAGNITUD DE LA CARGA QUE SE VA A ALIMENTAR, ASI COMO TAMBIEN DE CONSIDERACIONES PARA AMPLIACIONES FUTURAS.

EL CONDUCTOR DEBE SER CAPAZ DE MANEJAR EN CONDICIONES NORMALES LA CORRIENTE NOMINAL O A PLENA CARGA SIN DETERIORAR SU AISLAMIENTO.

ES IMPORTANTE ESTABLECER Y DEFINIR LO MAS REAL DE CARGA A SERVIR PUES ES EL FACTOR DETERMINANTE PARA QUE EL PROYECTO EN CUESTION OPERE EN FORMA EFICIENTE Y ECONOMICA.

CADA CARGA (TABLERO DE ALUMBRADO O CENTRO DE CONTROL DE MOTORES) POSEE CARACTERISTICAS QUE SON NECESARIAS ANALIZAR PARA DETERMINAR LA FORMA COMO AFECTAN AL PROYECTO, SIENDO ESTAS:

DEMANDAN. LA DEMANDA DE UNA INSTALACION ES LA CARGA EN LAS TERMINALES DE RECEPCION PROMEDIADA SOBRE UN INTERVALO ESPECIFICO DE TIEMPO Y SE EXPRESA EN KW O KVA.

DEMANDA MAXIMA.-ES LA MAYOR DE TODAS LAS DEMANDAS QUE OCURREN DENTRO DE UN PERIODO ESPECIFICO EN UNA INSTALACION.

CARGA INSTALADA.-LA CARGA INSTALADA ES LA SUMA DE LAS POTENCIAS NOMINALES DE LOS EQUIPOS CONECTADOS EN UN AREA DETERMINADA Y SE EXPRESA GENERALMENTE EN KVA.

FACTOR DE DEMANDA.- SE DEFINE COMO LA RAZON DE LA DEMANDA MAXIMA DE UNA INSTALACION, A LA CARGA CONECTADA AL MISMO, CUANDO ES PARCIAL, O SEA, QUE SOLO SE REFIEREN A UNA PARTE DEL SISTEMA, PERO SIEMPRE REFERIDOS A ESA PORCION DEL SISTEMA.

FACTOR DE DIVERSIDAD.- ES EL COCIENTE DE LA CARGA CONECTADA ENTRE LA CARGA DEMANDADA, ES MAYOR QUE 1.

FACTOR DE UTILIZACION.-ES LA RELACION DE LA DEMANDA MAXIMA DE LA INSTALACION ENTRE LA CAPACIDAD NOMINAL DEL SISTEMA. MIENTRAS EL

FACTOR DE DEMANDA INDICA EL GRADO AL QUE LA CARGA TOTAL CONECTADA ES ABASTECIDA, EL FACTOR DE UTILIZACION INDICA EL GRADO AL QUE LA INSTALACION ESTA SIENDO APROVECHADA DURANTE EL PICO DE CARGA RESPECTO A SU CAPACIDAD NOMINAL.

PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES ALIMENTADORES (FUERZA Y ALUMBRADO), DONDE LA CARGA TOTAL, DE ESTOS ES EL RESULTADO DE SUMAR CARGAS MONOFASICAS Y TRIFASICAS, SE ESTIMA O CONSIDERA QUE ES DIFICIL UTILIZAR EL 100% DE LA CARGA TOTAL INSTALADA EN FORMA SIMULTANEA. EN TAL VIRTUD, SE APLICA UN FACTOR DE UTILIZACION O FACTOR DE DEMANDA A ESTOS CONDUCTORES, EVITANDO CON ELLO CONDUCTORES DEMASIADO GRUESOS SIN JUSTIFICACION. POR LO QUE HAY NECESIDAD DE CORREGIR LA CORRIENTE QUE DEMANDA CADA TABLERO DE ALUMBRADO O CENTRO DE CONTROL DE MOTORES PARA QUE DE ACUERDO AL NUEVO VALOR SE CALCULEN LOS CONDUCTORES ELECTRICOS POR CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE Y POR CAIDA DE TENSION. POR LO CUAL ES NECESARIO ESTABLECER EL FACTOR DE UTILIZACION Y FACTOR DE DEMANDA Y APLICARSELO A SU POTENCIA NOMINAL PARA SABER LA CARGA REAL QUE REPRESENTAN EN LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES Y TRANSFORMADORES, SIENDO MAS PRACTICO PARA EL INGENIERO A CARGO DEL PROYECTO AUXILIARSE DE TABLAS O PROYECTOS DE CARACTERISTICAS SEMEJANTES DE CARGA PARA DETERMINAR ESTOS FACTORES. EN EL DIAGRAMA UNIFILAR SE INDICAN LOS FACTORES DE DEMANDA DE CADA UNO DE LOS TABLEROS DE ALUMBRADO Y CENTROS DE CONTROL DE MOTORES.

Comercio	
Almacén Público	100
Apartamentos	30
Bancos	70
Boticas	60
Casinos	60
Carros	30
Casas	70
Estacionamientos	60
Hospitales	60

Comercio	
Hotels chicos	60
Hotels grandes	60
Iglesias	60
Mercados	60
Multifamiliares	60
Oficinas	60
Restaurantes	60
Teatros	60
Tiendas abarrotes	60

Industria	
Acetileno (fábrica)	70
Armadura de autos	70
Carpinterías	60
Cervezas (fábrica)	60
Cartón (fábrica)	60
Cemento (fábrica)	60
Cigarras (fábrica)	60
Dulces (fábrica)	60
Fundición	70
Cellulosa (fábrica)	60

Industria	
Hielo (fábrica)	60
Herrerías	60
Impresión	60
Jabón (fábrica)	60
Laminados	70
Lavanderías	60
Líquidos (taller)	70
Maderera	60
Marmelerías	70
Mecheros (taller)	70

Industria	
Huevos (fábrica)	60
Paños	60
Papel (fábrica)	70
Perfumes	70
Plásticos (fábrica)	70
Químicos (industria)	60
Refinerías	60
Refrescos (fábrica)	60
Textiles (fábrica)	60
Vedidos (fábrica)	60
Vidrios (fábrica)	60

VCA	AL.P.B.	FRIGORIFEROS		CALIENTES		PESO KG	TIPO		
		FRIGEROS (1)	FRIGEROS (2)	FABR (1)	SEMANA (1)				
240 VCA	5	12	11	30	20	3-10	1-12	3.7	CLMB2305
	7	17	15	30	30	3-10	1-12	3.8	CLMB2307
	10	24	22	60	40	3-8	1-10	3.9	CLMB2310
	15	30	33	60	60	3-4	1-10	6.5	CLMB4318
	20	40	44	100	70	3-3	1-8	6.0	CLMB5320
	25	60	55	100	100	3-2	1-8	6.8	CLMB5326
	30	72	60	200	100	3-1	1-6	10.0	CLMB6328
	40	80	60	200	150	3-2/0	1-8	14.0	CLMB6340
	50	120	110	200	175	3-4/0	1-6	15.5	CLMB6360
	60	144	132	250	200	3-2/0	1-6	18.5	CLMB6360
480 VCA	10	13	11	30	20	3-10	1-12	3.8	CLMB2310
	14	17	15	30	30	3-8	1-12	3.4	CLMB2314
	20	24	22	60	40	3-8	1-10	6.0	CLMB4320
	25	30	22	60	60	3-5	1-10	6.0	CLMB4326
	30	36	33	60	60	3-4	1-10	6.8	CLMB5330
	40	48	44	100	70	3-3	1-8	10.0	CLMB5340
	50	60	55	100	100	3-2	1-6	12.8	CLMB5360
	60	72	60	200	100	3-1	1-6	16.5	CLMB6360
	70	84	77	200	125	3-1/0	1-6	17.0	CLMB6370
	80	96	88	200	150	3-2/0	1-6	22.0	CLMB6380

FACTORES DE DEMANDA TÍPICOS EN X

**CALCULO DE CONDUCTORES ELECTRICOS POR CORRIENTE, Y CALCULO DE LOS
DIAMETROS DE TUBERIAS CONDUIT PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE CARGAS.**

CALCULO DE LA CORRIENTE, CALIBRE DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS CON AISLAMIENTO TIPO TW Y DIAMETRO DE LA TUBERIA CONDUIT PARED DELGADA PARA ALOJAR LOS ALIMENTADORES GENERALES, SI EN UNA INSTALACION ELECTRICA SE TIENE UNA CARGA TOTAL INSTALADA DE 3800 WATTS RESULTADO DE SUMAR SOLO CARGAS PARCIALES MONOFASICAS (**ALUMENOS Y CONTACTOS**).

DATOS:

$W=3800 \text{ W.}$

$E_n=127.5 \text{ VOLTS.}$

SOLUCION.

COMO SON SOLO CARGAS MONOFASICAS Y LA SUMA TOTAL NO SOBREPASA EL VALOR DE 4000 WATTS, EL SISTEMA ESCOGIDO DEBE SER UN MONOFASICO A DOS HILOS, POR LO TANTO SE OBTIENE:

$W = E_n \cos \phi I \dots \dots \dots (1)$

W

$I = \frac{W}{E_n \cos \phi} \dots \dots \dots (2)$

$E_n \cos \phi$

CUANDO NO SE DA EL FACTOR DE POTENCIA O $\cos \phi$, COMO DATO, SE SUPONE UN VALOR QUE NORMALMENTE VARIA DE 0.85 A 0.90 YA QUE EN NINGUN CASO LA CARGA TOTAL INSTALADA ES PURAMENTE RESISTIVA.

$\frac{3800}{127.5 \times 0.85} = 35 \text{ AMPERES.}$

$I = \frac{3800 \text{ W.}}{127.5 \times 0.85} = 35 \text{ AMPERES.}$

$127.5 \times 0.85 = 108.35 \text{ V.}$

COMO EN NINGUNA INSTALACION ELECTRICA SE USA LA CARGA TOTAL INSTALADA EN FORMA SIMULTANEA, ES APLICABLE UN **FACTOR DE UTILIZACION** O **FACTOR DE DISEÑO** QUE VARIA DE 0.6 A 0.9 (DEL 60 AL 90%), PARA ESTE CASO EN PARTICULAR SE APLICARA UN FACTOR DE UTILIZACION DEL 0.70, EN CONSECUENCIA AL MULTIPLICAR LA CORRIENTE MAXIMA EFECTIVA CONOCIDA COMO CORRIENTE CORREGIDA I_c .

$I_c = 35 \times 0.70 = 24.5 \text{ AMP.}$

PARA UNA CORRIENTE DE 24.5 AMP. SE NECESITAN CONDUCTORES ELECTRICOS CON AISLAMIENTO **TIPO TH CALIBRE N° 10** QUE TRANSPORTAN HASTA 30 AMPERES EN CONDICIONES NORMALES (VER TABLA NUMERO 2).

DOS CONDUCTORES SOLIDOS OCUPAN UN AREA TOTAL DE 27.98mm² SEGUN LA TABLA NUMERO 6.

TOMANDO EN CONSIDERACION EL FACTOR DE RELLENO EN LOS TUBOS CONDUIT (40 % DE SU AREA INTERIOR SEGUN LA TABLA NUMERO 4).

DOS CONDUCTORES CALIBRE 10 DEBEN ALOJARSE EN **TUBERIA CONDUIT PARED DELGADA DE 1 1/2" DE DIAMETRO YA QUE DE ESTA PARED OCUPAN HASTA 72mm².**

PARA EL CALCULO DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS CON AISLAMIENTO TIPO VINANEL 900 Y LOS DIAMETROS DE LOS CONDUCTORES DE LOS TUBOS CONDUIT EN QUE DEBEN DE IR ALOJADOS PARA ALIMENTAR LAS SIGUIENTES CARGAS TOTALES MONOFASICAS Y PURAMENTE RESISTIVAS.

- A) 1200 WATTS.
- B) 2100 WATTS.
- C) 2900 WATTS.

CONSIDERANDO EN LOS TRES CASOS UN FACTOR DE UTILIZACION DE 0.70---

POR SER CARGAS PURAMENTE RESISTIVAS, $\cos \phi = 1$ O 100%, POR TANTO LA FORMULA QUEDA :

$$W = E_n I \dots \dots \dots (1)$$

$$I = W / E_n \dots \dots \dots (2)$$

A) $I = 1200 / 127.5 = 9.41$ AMPERES.

$I_c = I \times F.U. = 9.41 \times 0.70 = 6.58$ AMPERES.

LOS 6.58 AMPS. SON CONDUCIDOS EN CALIBRE NUMERO 14, PERO COMO EL CALIBRE MINIMO PARA ALIMENTADORES ES EL N°12, SE DEBEN CONECTAR 2 DEL NUMERO 12.

2-12 = 25.12mm² DE AREA TOTAL. (VER TABLA N°6).

2-12 EN TUBO DE 13mm DE DIAMETRO (VER TABLA N°4).

B) $I = 2100 / 127.5 = 16.5$ AMPERES.

$I_c = 16.5 \times 0.70 = 11.55$ AMPERES.

PARA 11.55 AMP. CALIBRE N°12 (VER TABLA N°2).

2-12 = 25.12mm² DEL AREA TOTAL (VER TABLA N°4).

C) $I = 2900 / 127.5 = 22.74$ AMPERES.

$I_c = 22.74 \times 0.70 = 15.9$ AMPERES.

PARA 15.90 AMPERES CALIBRE N°12 (VER TABLA N°2).

2-12 = 25.12mm² DE AREA TOTAL (VER TABLA N°6).

2-12 EN TUBO CONDUIT DE 13mm DE DIAMETRO (VER TABLA N°4).

CALCULO DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS

PARA EL CALCULO EXACTO DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS, DEBEN TOMARSE EN CONSIDERACION PRINCIPALMENTE LA CORRIENTE POR TRANSPORTAR Y LA CAIDA DE TENSION MAXIMA PERMISIBLE SEGUN EL CASO.

POR LO ANTES EXPUESTO ES NECESARIO TENER CONOCIMIENTO DE LAS FORMULAS CORRESPONDIENTES A LOS CUATRO SISTEMAS PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA, PARA LA INTERPRETACION DE OICHAS FORMULAS SE DAN A CONTINUACION LAS LITERALES EMPLEADAS.

W =POTENCIA, CARGA POR ALIMENTAR EXPRESADA EN WATTS.

E_n =TENSION O VOLTAJE ENTRE FASE Y NEUTRO (127.5V) VALOR COMERCIALMENTE CONOCIDO COMO 110V.

E_f =TENSION O VOLTAJE ENTRE FASES.

I =CORRIENTE EN AMPERES POR CONDUCTOR.

" $\cos \phi$ =FACTOR DE POTENCIA, O COSENO DEL ANGULO FORMADO ENTRE EL VECTOR TENSION TOMADO COMO PLANO DE REFERENCIA Y EL VECTOR CORRIENTE, CUYO VALOR EXPRESADO EN CENTESIMAS (0.85 Y 0.90 ETC.)."

" $\cos = 1.0$ O 100% CUANDO SE TIENEN CONECTADAS SOLO CARGAS RESISTIVAS" (VER CAPITULO DE LA CORRECCION DEL F.P.)

ρ =RESISTIVIDAD DEL COBRE EN OHMS/M./MM

$\rho = 1/58$ A 20C. DE TEMPERATURA AMBIENTE.

$\rho = 1/50$ A 60C. DE TEMPERATURA AMBIENTE.

L =DISTANCIA EXPRESADA EN METROS DESDE LA TOMA DE CORRIENTE HASTA EL CENTRO DE CARGA.

S =SECCION TRANSVERSAL O AREA DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS EXPRESADA EN MM.

e =CAIDA DE TENSION ENTRE FASE Y NEUTRO.

e_f =CAIDA DE TENSION ENTRE FASES.

$e\% = e(100/E_n)$ CAIDA DE TENSION EN TANTO POR CIENTO PARA SISTEMAS MONOFASICOS.

$e\% = e(100/E_f)$ CAIDA DE TENSION EN TANTO POR CIENTO PARA SISTEMAS TRIFASICOS.

ES IMPORTANTE TENER SIEMPRE PRESENTE DE QUE SALVOS CASOS EXCEPCIONALES COMO LOS CICUITOS DERIVADOS PARA UN MOTOR, HORNOS ELECTRICOS, O PARA CARGAS UNICAS ESPECIFICAS, NO SE DISPONE EN UN MOMENTO DETERMINADO DE TODA LA CARGA TOTAL INSTALADA, POR LO TANTO, PARA EVITAR EL TENER QUE CONECTAR CONECTORES ELECTRICOS DE GRAN SECCION TRANSVERSAL ES RECOMENDABLE CORREGIR LA INTENSIDAD DE CORRIENTE DESPUES DE CALCULADA DE ACUERDO A LAS FORMULAS No.2 DE LOS CUATRO SISTEMAS, MULTIPLICANDOSE POR UN FACTOR DE DEMANDA QUE SEGUN EL TIPO DE INSTALACION QUE SE HAGA DE ELLA, VARIA NOEMALMENTE DE 0.6-0.9.

CANALIZACIONES PARA CONDUCTORES.

SE ENTIENDE POR CANALIZACIONES PARA CONDUCTORES, AL DISPOSITIVO, QUE SE EMPLEA EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS PARA CONTENER A LOS CONDUCTORES; LA CUAL DEBE DISEÑARSE Y CONSTRUIRSE EN TAL FORMA QUE ASEGUREN UNA PROTECCION MECANICA ADECUADA Y CONFIABLE PARA LOS CONDUCTORES CONTENIDOS EN ELLA Y DEBEN TENER LA RESISTENCIA MECANICA SUFICIENTE PARA SOPORTAR SIN CAMBIO DE CARACTERIZTICAS FISICAS ORIGINALES, LOS ESFUERZOS QUE PUEDAN PRODUCIRSE DURANTE SU TRANSPORTE, SU ALMACENAMIENTO O SU INSTALACION.

UNO DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CAMBIO Y DETERIORO DE LAS CANALIZACIONES ES LA CORROSION; FACTOR QUE SE PREVIENE EN EL DISEÑO DE LOS DUCTOS PARA CONDUCTORES. SIENDO ASI QUE EN EL CASO DE CANALIZACIONES METALICAS DEBE PROTEGERSE INTERIOR Y EXTERIORMENTE POR MEDIO DE GALVANIZADO, O CON UN MATERIAL RESISTENTE A EFECTOS CORROSIVOS, COMO PINTURA BARNIZ O PLASTICO APROPIADOS. LOS DUCTOS DE MATERIAL FERROSO PROTEGIDOS SIMPLEMENTE CON PINTURA O BARNIZ, SOLO PODRAN USARSE EN INTERIORES DONDE NO ESTEN SUJETOS A CONDICIONES CORROSIVAS O HUMEDAS.

POR OTRA PARTE LAS CANALIZACIONES CUANDO SEAN METALICAS, DEBEN CONECTARSE A TIERRA Y DEBEN SER SISTEMAS CONTINUOS POR MEDIO DE CONEXIONES A CAJAS, ACCESORIOS Y GABINETES DE TAL FORMA QUE PERMITAN UAN ADECUADA CONEXION A TIERRA.

DENTRO DE LAS DIFERENTES CUBIERTAS O CANALIZACIONES PARA CONDUCTORES TENEMOS:

- 1.-TUBO.
- 2.-DUCTOS.
- 3.-CHAROLAS.

1.-TUBO.- EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE DUCTOS TUBULARES, POR SUS CARACTERIZTICAS FISICAS COMO MEDIOS DE UTILIZACION TENIENDO TUBERIA METALICA Y TUBERIA DE PLASTICO. CONTANDO CON LAS SIGUIENTES PRESENTACIONES:

a) TUBO DE ACERO GALVANIZADO DE PARED GRUESA:

ESTE TUBO ESTA PROTEJIDO INTERIOR Y EXTERIORMENTE POR MEDIO DEL ACABADO YA GALVANIZADO PUDIENDO SER EMPLEADO EN CUALQUIER TIPO DE INSTALACION ELECTRICA DADA SU RESISTENCIA. EN ESPECIAL SE RECOMIENDA EN INSTALACIONES INDUSTRIALES TIPO VISIBLE O EN INSTALACIONES A LA INTEMPERIE O PERMANENTEMENTE HUMEDAS, DEBE SER HERMETICO, USANDO CAJAS, UNIONES Y DEMAS ACCESORIOS ADECUADOS.

TUBO DE ACERO ESMALTADO DE PARED GRUESA:

LA DIFERENCIA DE ESTE TUBO CON RESPECTO AL DE PARED GRUESA ES QUE EL ESPESOR DE LA PARED DEL TUBO ES DE LA MITAD, SUS APLICACIONES SON DEL MISMO TIPO POR SUS PROPIEDADES DE RESISTENCIA A LA HUMEDAD SOLO QUE NO SE LE PUEDE HACER ROSCA EN LOS EXTREMOS Y SE UNE POR MEDIO DE COPLES, CONECTORES, ETC.

TUBO DE ACERO ESMALTADO DE PARED GRUESA:

ESTE TIPO DE DUCTO TIENE UNA CAPA DE ESMALTEQUE LO PROTEGE CONTRA LA OXIDACION; EL CUAL PUEDE SER UTILIZADO EN INSTALACIONES VISIBLES Y OCULTAS, EMBEBIDO EN CONCRETO O EMBUTIDO EN MAMPOSTERIA, NO DEBE USARSE A LA INTEMPERIE O EN LOCALES EXPUESTOS A CONDICIONES CORROSIVAS SEVERAS.

d) TUBO FLEXIBLE:

DENTRO DE ESTA PRESENTACION EL TUBO ES UNA CANTA METALICA ENGARGOLADA (EN FORMA ELICOIDAL), SIN NINGUN RECUBRIMIENTO.

CONTANDO TAMBIEN CON TUBO FLEXIBLE CON UNA CUBIERTA EXTERIOR DE UN MATERIAL NO METALICO, QUE LO HACE HERMETICO A LOS LIQUIDOS Y ES RESISTENTE A LOS EFECTOS DE LOS RAYOS SOLARES.

SE EMPLEA EN AQUELLAS INSTALACIONES EN QUE ES NECESARIO HACER MUCHAS CURVAS YA QUE SE ADAPTA PERFECTAMENTE A ESTA ES IDEAL PARA LA INSTALACION DE MOTORES EXCENTRICOS, ES ADECUADO EN INSTALACIONES INDUSTRIALES POR SU CONSISTENCIA MECANICA A LA PRESION. SE COMPLEMENTA CON COPLES DE TORNILLO Y CONECTORES ESPECIALES.

E) TUBO DE PLASTICO:

ESTOS DUCTOS FABRICADOS CON MATERIALES NO FERROSOS CONTANDO CON TUBO RIGIDO DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) Y EL TUBO DE POLIETILENO EL CUAL NO DEBE UTILIZARSE CON DIAMETROS NOMINALES INFERIORES A 13 mm. (MEDIA PULGADA).

EL TUBO RIGIDO DE (PVC) PUEDE UTILIZARSE EN LAS CONDICIONES SIGUIENTES:

a) EN INSTALACIONES OCULTAS.

b) EN INSTALACIONES VISIBLES, SIEMPRE QUE EL TUBO NO ESTE EXPUESTO A DAÑO MECANICO.

c) EN LUGARES EXPUESTOS A LOS AGENTES QUIMICOS ESPECIFICOS PARA LOS CUALES EL TUBO Y SUS ACCESORIOS SON ESPECIALMENTE RESISTENTES.

d) EN LOCALES HUMEDOS O MOJADOS, EL SISTEMA COMPLETO DE CANALIZACION INCLUYENDO LAS CAJAS Y ACCESORIOS, DEBE INSTALARSE O DISPONERSE DE MANERA QUE EL AGUA NO PENETRE. TODOS LOS SOPORTES, ABRAZADERAS, TORNILLOS, ETC. DEBEN SER DE MATERIALES RESISTENTES A LA CORROSION O ESTAR PROTEGIDOS CONTRA ELLA.

e) ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD NO MENOR DE 0.50 M A MENOS QUE SE PROTEJA CON UN RECUBRIMIENTO DE CONCRETO DE 5CM DE ESPESOR COMO MINIMO.

LIMITACIONES PARA LA UTILIZACION DE TUBO PVC.

a) EN AREAS O LOCALES CLASIFICADOS COMO PELIGROSOS..

b) EN TEATROS CINES Y LOCALES SIMILARES.

c) PARA SOPORTAR LUMINARIOS U OTROS EQUIPOS.

d) DONDE ESTE EXPUESTO A TEMPERATURAS MAYORES DE 70°C. (TOMANDO EN CONSIDERACION TANTO LA TEMPERATURA AMBIENTE DEL LOCAL COMO LA DE OPERACION DE LOS CONDUCTORES).

TUBO DE POLIETILENO.

EL TUBO DE POLIETILENO DEBE TENER CARACTERISTICAS ACEPTABLES PARA SU UTILIZACION COMO:

TENER RESISTENCIA TANTO A LA HUMEDAD COMO A AGENTES QUIMICOS ESPECIFICOS.

ADEMAS, DEBE TENER SUFICIENTE RESISTENCIA MECANICA PARA PROPORCIONAR ADECUADA PROTECCION A LOS CONDUCTORES Y PARA SOPORTAR UN TRATO RUDO DURANTE SU INSTALACION.
SE IDENTIFICA GENERALMENTE POR EL COLOR NARANJA O EN ALGUNAS VECES DE COLOR NEGRO.

DENTRO DE LAS UTILIZACIONES DEL TUBO DE POLIETILENO TENEMOS LAS SIGUIENTES:

a) ESTE TUBO DE POLIETILENO SOLO PUEDE UTILIZARSE PARA TENSIONES DE OPERACION HASTA DE 150 VOLTS A TIERRA.

b) ENBEBIDO EN CONCRETO O EMBUTIDO EN MUROS, PISOS Y TECHOS.

c) ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD NO MENOR DE 0.50M, A MENOS QUE SE PROTEJA CON UN RECURRIMIENTO DE CONCRETO DE 5CM. DE ESPESOR COMO MINIMO.

DENTRO DE LAS LIMITACIONES PARA LA UTILIZACION DEL TUBO DE POLIETILENO TENEMOS ADEMÁS DE LAS ESTABLECIDAS PARA USO DEL TUBO DE PVC TOMAR EN CONSIDERACION LAS SIGUIENTES:

a) OCULTO POR PLAFONES, EN TECHOS.

b) OCULTO EN CUBOS DE EDIFICIOS (PARA ALIMENTADORES VERTICALES).

c) EN INSTALACIONES VISIBLES.

DUCTOS. LOS DUCTOS CONSISTEN DE CANALES DE LAMINA DE ACERO DE SECCION CUADRADA O RECTANGULAR CON TAPA, EMBISAGRADA O DESMONTABLE. SE USAN SOLO EN INSTALACIONES VISIBLES, APLICANDOSE EN LA INDUSTRIA, LABORATORIOS, ETC...

LOS CONDUCTORES SE LLEVAN DENTRO DE LOS DUCTOS COMO SI SE TRATARA DE TUBO, PUDIENDOSE CATALOGAR DE ACUERDO A SU APLICACION, LA SUBESTACION A LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION Y LOS LLAMADOS DUCTOS DE CONEXION QUE PARTEN DE LOS DIFERENTES TABLEROS A LOS APARATOS RECEPTORES.

LA VENTAJA DE LA UTILIZACION DE DUCTO CON RESPECTO AL TUBO, ES CUANDO EXISTEN SISTEMAS MENORES DE DISTRIBUCION, EN ESPECIAL CUANDO SE EMPLEAN CIRCUITOS MULTIPLES, OFRECIENDO ADEMÁS LA VENTAJA DE SER FACIL DE ALAMBRAR TENIENDOSE UN MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD CONDUCTIVA DE LOS CONDUCTORES AL TENER UNA MEJOR DISIPACION DEL CALOR. ES PERMITIDO OCUPAR COMO MAXIMO UN 20% DEL INTERIOR DEL DUCTO

(30 CONDUCTORES COMO MAXIMO), EN CASO DE EMPALMES O DERIVACIONES PUEDE SER HASTA UN 75%.AL DUCTO TUBULAR.

N° DE CONDUCTORES	CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMITIDA EN DUCTO TUBULAR EN %	CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMITIDA EN DUCTOS EN %
1-3	100	100
4-6	30	100
7-24	70	100
25-30	60	100
31-32	60	100
43-0 MAS	50	100

EL EMPLEO DE DUCTOS EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES DE LABORATORIOS OFRECE LAS SIGUIENTES VENTAJAS:

- 1.-FACIL DE INSTALAR.
- 2.-SE SURTE EN TRAMOS DE DIFERENTES MEDIDAS LO QUE HACE VERSATIL SU INSTALACION.
- 3.-SE TIENE FACILIDAD Y VERSATILIDAD PARA LA INSTALACION DE CONDUCTORES DENTRO DEL DUCTO, TENIENDOSE LA POSIBILIDAD DE AGRAGAR MAS CIRCUITOS A LAS INSTALACIONES EXISTENTES.
- 4.-LOS DUCTOS SON 100% RECUPERABLES CUANDO SE MODIFICAN LAS INSTALACIONES Y SE VUELVEN A USAR.
- 5.-SON FACILES DE ABRIR Y CONECTAR DERIVACIONES PARA ALUMBRADOS O FUERZA.

3.-CHAROLAS.

CON ESTRUCTURAS RIGIDAS Y CONTINUAS ESPECIALMENTE SON ESTRUCTURADAS PARA SOPORTAR CABLES, SE PRESENTAN EN FORMA DE CHAROLAS CANALES Y ESCALERILLAS, LAS CUALES PUEDEN SER DE METAL U OTROS MATERIALES NO COMBUSTIBLES.

SE HAN FABRICADO PARA SER UTILIZADAS PARA SOPORTAR CABLES DE FUERZA, ALUMBRADO, CONTROL Y SEÑALIZACION, QUE TENGAN AISLAMIENTO Y CUBIERTA APROBADOS PARA ESTE TIPO DE INSTALACION, EN LOCALES CONSTRUIDOS DE MATERIALES INCOMBUSTIBLES O RESISTENTES AL FUEGO.

LAS CHAROLAS TAMBIEN PUEDEN USARSE PARA SOPORTAR TUBOS O OTRAS CANALIZACIONES.

EN LA INSTALACION DE CHAROLAS Y MONTAJE DE CONDUCTORES SE PROCURARA:

1.-ALINEAR LOS CONDUCTORES DE MANERA QUE GUARDEN SIEMPRE LA MISMA POSICION RELATIVA EN TODO EL TRAYECTO DE LA CHAROLLA, ESPECIALMENTE LOS DE GRUESO CALIBRE.

2.-CUANDO SE INSTALAN A LA INTEMPERIE O EN OTRAS CONDICIONES DE AMBIENTE DESFAVORABLE, TANTO LAS CHAROLAS COMO LOS CABLES DEBEN SER ADECUADOS PARA LAS CONDICIONES EXISTENTES.

3.-EN CASO DE MONTAR MUCHOS CONDUCTORES DELGADOS ES CONVENIENTE HACER AMARRES A INTERVALOS DE 1.5 A 2.0 METROS APROXIMADAMENTE, PROCURANDO COLOCAR ETIQUETAS DE IDENTIFICACION CUANDO SE TRATE DE CONDUCTORES DE VARIOS CIRCUITOS, EN CASO DE CONDUCTORES DE CALIBRE GRUESO LOS AMARRES SE PUEDEN HACER CADA 2.00 3.0 METROS.

4.-EN LA FIJACION DE CONDUCTORES QUE VALLAN A TRAVES DE CHAROLAS POR TRAYECTORIAS VERTICALES MUY LARGAS ES RECOMENDABLE QUE LOS AMARRES SE HAGAN CON ABRAZADERAS ESPECIALES EN LUGAR DE USAR HILO CAÑAMO.

DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, EN DUCTOS VERTICALES (TAMBIEN APLICABLE A CHAROLAS), LOS CONDUCTORES DEBERAN ESTAR SOSTENIDOS A INTERVALOS NO MAYORES QUE LOS INDICADOS EN LA TABLA SIGUIENTE.

CALIBRES.	SEPARACION DE SOSTENES.
HASTA CALIBRE 1/0	30m.
HASTA CALIBRE 4/0	25m.
HASTA CALIBRE 350 MCM.	18m.
HASTA CALIBRE 500 MCM.	15m.
HASTA CALIBRE 750 MCM.	12m.

DISTANCIAS DE FIJACION DE CONEXIONES EN ILOTOS VERTICALES (CHAROLAS).

5.-INSTALAR LAS CHAROLAS COMO UN SISTEMA COMPLETO ANTES DE LA COLOCACION DE LOS CABLES.

6.-TODAS LAS SECCIONES METALICAS DE UNA CHAROLA Y SUS ACCESORIOS DEBEN ESTAR ELECTRICAMENTE UNIDOS ENTRE SI Y EFECTIVAMENTE CONECTADOS A TIERRA; PUDIENDO SER UTILIZADAS COMO CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS, SIEMPRE QUE REUNA LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA ESTE PROPOSITO, COMO SON LOS DE CONDUCTIVIDAD Y SECCION TRANSVERSAL NECESARIOS.

7.-CUANDO EN LA CHAROLA SE TENGAN PARTES DONDE SE REQUIERA UNA PROTECCION ADICIONAL CONTRA DAÑO MECANICO, DEBEN USARSE TAPAS O CUBIERTAS INCOMBUSTIBLES QUE DEN LA PROTECCION NECESARIA.

8.-CUANDO UNA CHAROLA CONTENGA CIRCUITOS DE TENSIONES DIFERENTES ESTOS DEBEN SEPARARSE MEDIANTE UNA BARRERA INCOMBUSTIBLE QUE SE EXTIENDA A TODD LO LARGO DE LA CHAROLA O POR MEDIO DE UNA DISTANCIA ADECUADA QUE DE PROTECCION EQUIVALENTE.

9.-LA CHAROLA PUEDE EXTENDERSE ATRAVESANDO MUROS, EN LOCALES SECOS O HUMEDOS SIEMPRE QUE LA SECCION DE LA MISMA DENTRO DE LOS MUROS SEA CONTINUA Y ESTE CUBIERTA, O BIEN QUE LA ABERTURA POR DONDE PASE PROPORCIONE ESPACIO LIBRE Y SUFICIENTE.

10.-UNA CHAROLA PUEDE EXTENDERSE ATRAVESANDO PISOS O PLATAFORMAS EN LOCALES SECOS O HUMEDOS, SIEMPRE QUE LA MISMA ESTE TOTALMENTE CERRADA CUANDO PASE A TRAVEZ DE LA ABERTURA DEL PISO O PLATAFORMA Y HASTA UNA DISTANCIA NO MENOR DE 1.80 METROS SOBRE EL NIVEL DEL PISO O PLATAFORMA, PARA DAR PROTECCION CONTRA DAÑO MECANICO.

11.-DEBE PROVEERSE ESPACIO ADECUADO ALREDEDOR DE LAS CHAROLAS PARA LA INSTALACION DE LOS CABLES Y SU MANTENIMIENTO.

12.-LOS CABLES MULTICONDUCTORES QUE SE INSTALEN EN CHAROLAS DEBEN COLOCARSE EN UNA SOLA CAPA.

LOS CABLES DE UN SO LO CONDUCTOR PUEDEN COLOCARSE EN DOS CAPAS COMO MAXIMO.

LAS LIMITACIONES EN LA INSTALACION DE CHAROLAS ESTAN CONTENIDAS EN LOS SIGUIENTES PUNTOS:

- 1.-EN CUBOS ACENSORES.
- 2.-CUANDO ESTEN EXPUESTOS A DAÑO MECANICO SEVERO.
- 3.-EN LUGARES PELIGROSOS, A MENOS QUE LA CHAROLA Y CABLES ESTEN ESPECIFICAMENTE APROBADOS PARA TAL USO.

CONECTORES PARA DUCTOS (CANALIZACION).

LOS CONECTORES PARA CANALIZACIONES ELECTRICAS SON LOS ELEMENTOS QUE SIRVEN PARA INTERCONECTAR LOS DUCTOS ELECTRICOS ENTRE SI, O CON ELEMENTOS QUE CONTIENEN A LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL, PROTECCION O SALIDAS PARA PERCEPTORES.

ESTOS CONECTORES SON:

- 1.-MONITORES.
- 2.-COPLES.
- 3.-CAJAS DE CONEXION.
- 4.-CONDULET.

MONTAJES: SON LOS ELEMENTOS QUE CUANDO SE CONECTA UN TUBO A UNA CAJA, DUCTO O GABINETE, DEBE DE PROTEGERSE EL AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES CONTRA RASPADURAS, A MENOS QUE, EN EL BAJO DE UNA CAJA, LA CONSTRUCCION PROPIA DE LA MISMA OFREZCA UNA PROTECCION EQUIVALENTE

COPLER: SON ACCESORIOS DE UNION, CON O SIN ROSCA, QUE SE USAN CON EL TUBO, LOS CUALES DEBEN QUEDAR BIEN AJUSTADOS CON EL OBJETO DE ASEGURAR UNA CONTINUIDAD ELECTRICA EFECTIVA EN TODO EL SISTEMA DE CANALIZACION.

CUANDO EL TUBO SE INSTALE, EMBUTIDO EN MAMPOSTERIA O EMBEBIDO EN CONCRETO LOS ACCESORIOS DEBEN QUEDAR DEBIDAMENTE AJUSTADOS PARA EVITAR LA ENTRADA DE MORTERO (MEZCLA) O DEL CONCRETO Y CUANDO EL TUBO SE INSTALE EN LUGARES MOJADOS DEBEN SER DE UN TIPO QUE EVITE LA ENTRADA DEL AGUA.

CAJAS DE CORRIENTE: ESTOS ACCESORIOS SE UTILIZAN EN EL MONTAJE DE ACCESORIOS EN INTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO O DE FUERZA COMO SON LOS CONTACTOS APAGADORES, BOTONES SALIDAS PARA ALUMBRADO, ETC.

SU FABRICACION ES DE ACERO ESMALTADO O GALVANIZADO TENIENDO DIFERENTES ESPECIFICACIONES Y MEDIDAS COMO SON:

- 1.-CAJAS CUADRADAS DE 102 mm. (4 PLG.) CON PERFORACIONES PARA TUBO DE 13mm. 19mm. Y 25mm.
- 2.-CAJAS OBLONGAS DE 80mm. (3 1/4 PLG.) CON PERFORACION PARA TUBO DE 13mm. Y 19mm.
- 3.-CAJAS RECTANGULARES TAMBIEN CONOCIDOS COMO CHALUFAS DE 72mm. (3 5/8 PLG.) DE LARGO POR 53 mm. (2 1/8 PLG) DE ANCHO CON PERFORACION PARA TUBO DE 13mm.

LAS PERFORACION DE ESTAS CAJAS ESTAN TROQUELADAS PARCIALMENTE DE TAL FORMA QUE SOLO SE ABREN LAS NECESARIAS CON UN PEQUENO GOLPE, ADEMAS DE LAS PERFORACIONES USADAS PARA TUBO CONDUIT, SE TIENEN OTRAS PERFORACIONES PEQUEÑAS EN EL FONDO DE LAS CAJAS PARA FIJAR LOS GANCHOS O SOPORTES.

NORMALMENTE LAS CAJAS VIENEN ACOMPAÑADAS DE TAPAS QUE PUEDEN SER CIEGAS (LISAS) O CON PERFORACIONES PARA TUBO, CON RANURAS Y OJALES PARA FIJARSE A LAS CEJAS DE LAS CAJAS.

CONULTE: LOS CONDULETS SON BASICAMENTE CAJAS DE CONEXION Y ACCESORIOS EMPLEADOS EN INSTALACIONES CON TUBO CONDUIT DE TIPO VISIBLE SE FABRICAN EN UNA ALEACION DE ALUMINIO Y OTROS METALES.

LOS CONDULETS TIENEN TAPAS QUE SE FIJAN POR MEDIO DE TORNILLOS Y PUEDEN TENER EMPAQUES PARA EVITAR LA ENTRADA DE POLVO O GASES.

SE PRESENTAN EN TRES TIPOS DIFERENTES:

- A) ORDINARIO.
- B) A PRUEBA DE POLVO Y VAPOR.
- C) A PRUEBA DE EXPLOSIONES.

ENTRE EL TIPO ORDINARIO Y A PRUBA DE POLVO, NO EXISTE MAYOR DIFERENCIA, EXEPTO QUE PUEDEN TENER UN EMPAQUE PARA EVITAR LA ENTRADA DE POLVO O VAPOR, EN EL TIPO A PRUEBA DE EXPLOSIONES, LAS CAJAS TIENEN UN MARGEN MAYOR DE SEGURIDAD.

POR LO QUE A FORMAS Y TIPOS SE REFIERE, HAY UNA GRAN DIVERSIDAD PARA ESCOGER, SEGUN SEAN LAS NECESIDADES DE LA INSTALACION QUE VIENEN COMPLEMENTADAS CON SUS TIPOS.

ACCESORIOS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.

LOS ACCESORIOS SON PARTE FUNDAMENTAL DENTRO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS Y SON COMPLEMENTO DE LA PARTE MECANICA DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS QUE JUNTO CON LAS CANALIZACIONES, CONDULETS, CAJAS DE CONEXION, ETC., COMPLEMENTAN EL CONJUNTO.

DENTRO DE LOS ACCESORIOS TENEMOS LOS SIGUIENTE:

- 1.-APAGADORES.
- 2.-CONTACTOS.
- 3.-PORTALAMPARAS.

1.-~~APAGADORES~~: ESTE ES UN INTERRUPTOR PEQUEÑO DE ACCION RAPIDA OPERACION MANUAL Y BAJA CAPACIDAD QUE SE USA POR LO GENERAL PARA EL CONTROL DE APARATOS PEQUEÑOS DOMESTICOS Y COMERCIALES, ASI COMO UNIDADES DE ALUMBRADO PEQUEÑAS.

DEBIDO A QUE LA OPERACION DE LOS APAGADORES ES MANUAL Y LOS VOLTAJES NOMINALES, NO DEBEN EXEDER A 600 VOLTS.

EN LA UTILIZACION DE ESTE TIPO DE APAGADORES NO SE DEBEN DE USAR PARA INTERRUPTIR CORRIENTES Y VOLTAJES QUE EXEDAN A SU VALOR NOMINAL, TENER PRESENTE QUE ESTOS VALORES ESTEN IMPRESOS EN LAS CARACTERISTICAS DEL APAGADOR COMO UN DATO DEL FABRICANTE.

EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE APAGADORES:

1) APAGADOR DE UNA VIA O MEMPOLAR.

ES EL MAS SIMPLE, CON DOS TERMINALES QUE SE USAN PARA PRENDER O APAGAR UNA LAMPARA U OTRO OBJETO, DESDE UN PUNTO SENCILLO DE LOCALIZACION.

UNA VARIANTE DEL APAGADOR DE UN POLO, ES EL LLAMADO TIPO SILENCIOSO Y EL DE CONTACTO.

LOS APAGADORES SENCILLOS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES, SE FABRICAN PARA 127 VOLTS Y CORRIENTES DE 15 AMPERES.

EN LOS APAGADORES LLAMADOS DE CONTACTO, SE PRENDE Y SE APAGA, SIMPLEMENTE PRESIONANDO EL BOTON.

EXISTEN OTROS TIPOS DE APAGADORES SIMPLES PARA APLICACIONES MAS BIEN DE TIPO LOCAL, COMO ES EL CASO DE: CONTROL DE LAMPARAS, DE BURO O MESA, APAGADORES DE CADENA PARA CLOSETS, O CUARTOS PEQUEÑOS O BIEN APAGADORES DE PASO DEL TIPO PORTATIL PARA CONTROL REMOTO O A DISTANCIA DE OBJETOS Y APARATOS ELECTRICOS.

D) APAGADORES DE TRES VIAS.

LOS APAGADORES DE TRES VIAS, SE USAN PRINCIPALMENTE PARA CONTROLAR LAMPARAS DESDE DOS PUNTOS DISTINTOS, POR LO QUE SE REQUIEREN DOS APAGADORES DE TRES VIAS PARA CADA INSTALACION, EN DONDE SE REQUIERE ESTE TIPO DE CONTROL. ESTE TIPO DE APAGADORES TIENEN NORMALMENTE, TRES TERMINALES, SU INSTALACION ES COMUN EN AREAS GRANDES COMO ENTRADA DE CASA, PASILLO, ESCALERAS, ETC., DONDE POR COMODIDAD, NO SE REQUIERE REGRESAR PARA APAGAR UNA LAMPARA.

C) APAGADORES DE CUATRO VIAS.

LOS APAGADORES DE CUATRO VIAS, TIENE LA MISMA FINALIDAD Y UTILIZACION QUE LOS DE TRES VIAS, QUE AL CONJUNTARSE, PODEMOS CONTROLAR DESDE TRES PUNTOS DIFERENTES EL ENCENDIDO O APAGADO DE LAS LAMPARAS, UTILIZANDO DOS APAGADORES DE TRES VIAS Y UN APAGADOR DE CUATRO VIAS.

TIPO DE INSTALACION DE APAGADORES.

INVARIABLEMENTE EN CUALQUIER TIPO DE INSTALACION ELECTRICA, TODOS LOS APAGADORES SE DEBEN DE INSTALAR DE MANERA TAL QUE SE PUEDAN OPERAR MANUALMENTE Y DESDE UN LUGAR FACILMENTE ACCESIBLE.

EL CENTRO DE PALANCA DE OPERACION DE LOS APAGADORES, NO DEBE DE QUEDAR A MAS DE 2.0 METROS SOBRE EL NIVEL DEL PISO EN NINGUN CASO.

EN EL CASO PARTICULAR DE APAGADORES PARA EL ALUMBRADO EN CASAS-HABITACION, OFICINAS, Y CENTROS COMERCIALES, SE INSTALAN ENTRE 1.20 Y 1.75 METROS SOBRE EL NIVEL DEL PISO.

CONTANDO CON ALGUNOS TIPOS DE MONTAJE, SE TENDRIAN LOS SIGUIENTES:

A) TIPO SUPERFICIE O SUPERFICIE.

ESTOS SE UTILIZAN EN INSTALACIONES VISIBLES CON CONDUCTORES AISLADOS SOBRE AISLADORES, SE DEBEN DE COLOCAR SOBRE BASES DE MATERIAL AISLANTE QUE SEPARAN A LOS CONDUCTORES, POR LO MENOS 12mm. DE LA SUPERFICIE SOBRE LA CUAL SE APOYA LA INSTALACION.

B) TIPO ENTERRADO.

ESTOS APAGADORES VAN ALOJADOS EN CAJAS DE INSTALACIONES OCULTAS, MONTADOS SOBRE UNA CAJA O CHASIS, QUE SE ENCUENTREN AL RAS CON LA SUPERFICIE DE EMPOTRAMIENTO Y SUJETO A LA CAJA.

LOS APAGADORES INTALADOS EN CAJAS METALICAS EMBUTIDAS Y NO PUESTAS A TIERRA, QUE PUEDAN SER ALCANZADAS DESDE EL PISO, SE DEBEN PROVEER DE TAPAS DE MATERIAL AISLANTE E INCOMBUSTIBLE.

C) APAGADORES EN LUGARES HUMEDOS O POLVOSOS.

AL INSTALAR APAGADORES EN LUGARES HUMEDOS, MOJADOS O A LA INTEMPERIE, SE DEBEN DE ALOJAR EN CAJAS ESPECIALES A PRUEBA DE AGUA, HUMEDAD, POLVO, INTEMPERIE, ETC., O BIEN ESTAR HUBICADOS DE MANERA QUE EVITEN LA ENTRADA DE POLVO O AGUA AL INTERIOR.

2.-CONTACTOS.—LOS CONTACTOS SON DISPOSITIVOS QUE SE UTILIZAN PARA CONECTAR (ENCHUFAR) POR MEDIO DE CLAVIJAS, EQUIPOS PORTATILES, TALES COMO LAMPARAS, TALADROS, RADIOS, ETC., ESTOS CONTACTOS DEBEN DE SER PARA UNA CAPACIDAD NOMINAL NO MENOR DE 15 AMPERES PARA 127 VOLTS Y NO MENOR DE 10 AMPERES PARA 250 VOLTS, Y NO DEBEN DE SER DE TAL MODO QUE PUEDAN USARSE COMO PORTALAMPARAS.

LOS CONTACTOS PUEDEN SER SENCILLOS DOBLES, DEL TIPO POLARIZADO (PARA CONEXION A TIERRA) Y A PRUEBA DE AGUA EN LOS CASOS MAS COMUNES VIENEN SENCILLOS, PERO SE PUEDEN INSTALAR EN CAJAS COMBINADAS CON APAGADORES.

LOS APAGADORES SE LOCALIZAN APROXIMADAMENTE DE 70 A 80 CMS., CON RESPECTO AL NIVEL DEL PISO, EN EL CASO DE COCINAS Y CASAS-HABITACION, ASI COMO EN BAÑOS, ES COMUN INTALAR LOS CONTACTOS EN LA MISMA CAJA QUE LOS APAGADORES, POR LO QUE LA ALTURA DE INSTALACION QUEDA DETERMINADA POR LOS APAGADORES.

TIPOS DE INSTALACION DE CONTACTOS.

CONTACTOS EN PISO.

LOS CONTACTOS QUE SE INTALAN EN PISO, DEBEN ESTAR CONTENIDOS EN CAJAS ESPECIALMENTE CONSTRUIDAS PARA CUMPLIR CON EL PROPOSITO, A EXCEPCION DE LOS CONTACTOS QUE ESTEN LOCALIZADOS EN PISOS ELEVADOS DE APAGADORES O SITIOS SIMILARES QUE NO ESTEN EXPUESTOS A DAÑOS MECANICOS, HUMEDAD O POLVO, EN CUYO CASO SE PUEDEN USAR CONTACTOS CON CAJA DE INSTALACION NORMAL.

CONTACTOS EN LAMPARAS USUALES.

ESTE TIPO DE CONTACTOS DEBEN SER ADECUADOS, DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES DE CADA PISO.

3.-PORTALAMPARAS.-PROBABLEMENTE EL TIPO MAS COMUN DE PORTALAMPARA, USADA EN LAS INSTALACIONES DE CASAS-HABITACION, SEA EL CONOCIDO COMO SOCKET, CONSTRUIDO DE CASQUILLO DE LAMINA DELGADA DE BRONCE EN FORMA DE ROSCA PARA ALOJAR A LOS CASQUILLOS DE LOS FOCOS O LAMPARAS.

LA FORMA ROSCADA SE ENCUENTRA CONTENIDA EN UN ELEMENTO AISLANTE DE BAQUELITA O PORCELANA Y EL CONJUNTO ES LO QUE CONSTITUYE EL PORTALAMPARA.

EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE PORTALAMPARAS, DEPENDIENDO DE LAS APLICACIONES QUE SE TENGAN, INCLUYENDO A LOS DENOMINADOS PORTALAMPARAS ORNAMENTALES USADOS EN CASAS-HABITACION, OFICINAS O CENTROS COMERCIALES, CON PROPOSITOS DE ADRNO.

CAPITULO NUMERO 6.

CONTACTOS (RECEPTACULOS).

INTRODUCCION.

LOS REQUISITOS DE ESTA SECCION SE APLICAN A LOS DISPOSITIVOS FORMADOS POR UN RECEPTACULO (NO DEL TIPO DE CASQUILLO ROSCADO). PPREVISTO COMO UNA SALIDA DE UNA INSTALACION ELECTRICA Y QUE SE USA PARA RECIBIR LAS CLAVIJAS DE CORDONES O CABLES FLEXIBLES DE APARATOS QUE ESTAN ALIMENTADOS POR ESTE MEDIO. .

DE LOS APARATOS DE USO COMUN DENTRO DE LAS AREAS DE OFICINAS, SALAS DE RECEPCION O ESPERA, COMEDORES Y BAÑOS, SE PODRIA MENCIONAR LA GRAN CANTIDAD DE MAQUINAS DE ESCRIBIR ELECTRICAS, RADIOS, T.V., VENTILADORES, ASPIRADORAS, EN ALGUNOS CASOS RASURADORAS, ELECTRICAS Y REFRIGERADORES, QUE DEBEN TENERSE PRESENTE PARA LA SELECCION DE CONTACTOS NECESARIOS Y DETERMINAR LA UBICACION DE LOS MISMOS.

PARA EL AREA O AREAS DE PRODUCCION DEBE PROVERSE QUE EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO REQUIERE DE UNA SALIDA DE LA INSTALACION ELECTRICA CERCA DE LA MAQUINARIA, PARA PODER CONECTAR SU EQUIPO DE SOPORTE TECNICO.

CONTACTOS EN LUGARES HUMEDOS O MOJADOS.

A) LUGARES HUMEDOS.-LOS CONTACTOS QUE SE INSTALES EN LUGARES HUMEDOS DEBEN SER DE UN TIPO ADECUADO, DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES PARTICULARES DE CADA CASO.

B) LUGARES MOJADOS.-LOS CONTACTOS QUE SE INSTALEN EN LUGARES MOJADOS DEBEN SER A PRUEBA DE INTEMPERIE.

C) CAJAS PARA CONTACTO MONTADAS A RAS.-UNA CAJA PARA CONTACTO MONTADA A RAS DE LA PARED. PUEDE CONSIDERARSE A PRUEBA DE INTEMPERIE CUANDO SE USA UNA TAPA ADECUADA PARA INSTALACIONES A LA INTEMPERIE Y QUE LA UNION ENTRE DICHA TAPA Y LA SUPERFICIE DE LA PARED SEA HERMETICA AL AGUA.

D) ALTURA DE MONTAJE.-UNA SALIDA DE CONTACTO INSTALADA AL EXTERIOR DEBE COLOCARSE POR ENCIMA DEL NIVEL DEL PISO, DE MANERA QUE LA ACUMULACION DE AGUA NO PUEDA ALCANZAR LA TAPA DE LA SALIDA DEL CONTACTO.

CARGA DE LA CARGA.

LA CARGA DE CONTACTOS PARA APARATOS PEQUEÑOS, CALCULADA DE ACUERDO CON EL ARTICULO 204.2 DE LAS NTIE. DEBE REPARTIRSE UNIFORMEMENTE, HASTA DONDE SEA POSIBLE, ENTRE LOS CIRCUITOS DERIVADOS QUE SE HAN PREVISTO PARA ABASTECERLA, DE ACUERDO A LA CARGA MINIMA PERMISIBLE QUE ES DE 180 WATTS.

NUMERO DE CIRCUITOS.

EL NUMERO DE CIRCUITOS NECESARIO, PODRA OBSERVARSE EN CUALQUIER PLANO DONDE SE MUESTRA LA HUBICACION DE LOS CONTACTOS, YA SEA EN CUALQUIER AREA DE OFICINAS O DE PRODUCCION.

POR MEDIO DE CUADROS DE CARGAS, QUE SE EXPONEN A CONTINUACION, SE MUESTRA EL NUMERO DE CIRCUITOS POR TABLERO Y EL NUMERO TOTAL DE TABLEROS DE CONTACTOS.

TABLERO "X" No CANTALERO MAIS-07-045, 6 FASES, 4 HILOS.						
MARCHA "SQUARE D"						
CIRCUITO No	CONTACTOS	CAPACIDAD INCH (A)	F A S E S			CARGA TOTAL WATTS
			A	B	C	
1	7	1 X 15	1200			1200
2	7	1 X 15		1200		1200
3	7	1 X 15			1200	1200
TOTAL	21	3 X 15	1200	1200	1200	3700

REBALANCO 04

CAPITULO NUMERO 7.

ESTUDIO DE CARGAS PARA TABLERO PRINCIPAL Y DERIVADOS.

INTRODUCCION.

LA CONSTANTE EVOLUCION DE LAS AREAS COMERCIALES E INDUSTRIALES DE NUESTRO PAIS, HAN ORIGINADO QUE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA SEAN MAS COMPLEJOS, TANTO POR LA GRAN CANTIDAD DE ENERGIA CONSUMIDA QUE INVOLUCRAN, COMO POR LA EFICACIA CON QUE DEBEN DETECTARSE Y ELIMINARSE LAS CONDICIONES ANORMALES QUE PONEN EN PELIGRO LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO Y LA VIDA DE LOS EQUIPOS.

LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION CONSTAN DE CUATRO ELEMENTOS BASICOS Y UNO OPCIONAL:

GABINETE.
BARRAS.
CONECTORES.
INTERRUPTORES.
ACCESORIOS.

PRIMER COMPONENTE BASICO: GABINETE.

ESTE COMPONENTE ES UN ENVOLVENTE QUE SE FABRICA DE LAMINA ESTIRADA EN FRIO, CONTIENE Y CONFINA EL RESTO DE LOS ELEMENTOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCION.

SEGUNDO COMPONENTE BASICO: BARRAS.

LA FUNCION DE ESTE COMPONENTE ES LA DE CONducIR LA CORRIENTE A LO LARGO DE TODOS Y CADA UNA DE LAS SECCIONES.

TERCER COMPONENTE BASICO: CONECTORES.

ESTE COMPONENTE TIENE LA DOBLE FUNCION DE UNIR ELECTRICAMENTE A LAS BARRAS CON LOS INTERRUPTORES Y DE SOPORTAR AL INTERRUPTOR.

CUARTO COMPONENTE BASICO: INTERRUPTORES.

ESTE ES UN DISPOSITIVO QUE SIRVE PARA ABRIR Y CERRAR UN CIRCUITO POR MEDIOS NO AUTOMATICOS, Y PARA ABRIR UN CIRCUITO AUTOMATICAMENTE CUANDO SE PRESENTE UNA FALLA, SIN QUE EL INTERRUPTOR NI DISPOSITIVOS CERCANOS A EL, SUFRAN DAÑO ALGUNO.

EXISTEN TRES TIPOS DE INTERRUPTORES PARA INSTALAR EN LOS DIFERENTES TIPOS DE TABLEROS AUTOSOPORTADOS, ESTOS INTERRUPTORES SON:

- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS.
- INTERRUPTORES ELECTROMAGNETICOS.
- INTERRUPTORES DE FUSIBLES.

LOS CUALES SE SELECCIONAN DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS ELECTRICOS DE CADA INSTALACION.

ACCESORIOS: ESTE ELEMENTO QUE ES OPCIONAL Y DE USO COMUN. SE PUEDE AGRUPAR EN DOS RAMAS:

- EQUIPO DE MEDICION.
- EQUIPO DE SEÑALIZACION.
- RELEVADORES.

CALCULO Y SELECCION DE INTERRUPTORES EN LOS TABLEROS DERIVADOS Y TABLERO PRINCIPAL.

A).-TABLEROS DERIVADOS.

A MANERA DE EJEMPLD SE PRESENTA LA SELECCION Y CALCULO DEL INTERRUPTOR DEL TABLERO 'P' PARA LOS DEMAS TABLEROS DERIVADOS SE UTILIZO LA MISMA SECUENCIA.

PARA EL CALCULO DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL SE UTILIZA LA SIGUIENTE ECUACION:

$$I = 2 I_M + SI .$$

DONDE:

I = CORRIENTE NOMINAL.

I_M = CORRIENTE NOMINAL DEL MOTOR MAYOR.

SI = SUMATORIA DE LAS CORRIENTES NOMINALES DE LOS DEMAS MOTORES.

2 = FACTOR DE CORRECCION PARA INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS.

DE DONDE:

I = CORRIENTE TOTAL.

I_M = CORRIENTE NOMINAL DEL TABLERO DE MAYOR CONSUMO.

SI = SUMA DE LAS CORRIENTES NOMINALES DE LOS DEMAS TABLEROS.

SUSTITUYENDO VALORES SU PUESTOS TENDREMOS QUE :

$$I = 2 (485.74) + (1,129) = 2100 \text{ AMP.}$$

CON ESTE VALOR OBTENIDO, LAS CARACTERISTICAS DEL INTERRUPTOR SELECCIONADO DEBERAN SER:

1.-INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO EN AIRE DE BAJA TENSION.

2.-TIPO DS-532.

3.-VOLTAJE 240 V.

4.-RANGO 1,200 - 3,200 AMP.

5.-MARCA SQUARE D.

$$P_a = (1.732)(E)(I) = \text{KVA} . \rightarrow \text{TRANSFORMADOR}.$$

CALCULO DEL CENTRO DE CARGA

HASTA AHORA EL CALIBRE DE CONDUCTORES ELECTRICOS SOLO SE HA CALCULADO POR CORRIENTE, SIN EMBARGO SE TIENEN LAS FORMULAS PARA CALCULARLOS POR CAIDA DE TENSION, LAS QUE NO SE HAN UTILIZADO POR DESCONOCER LA DISTANCIA AL CENTRO DE CARGA EN METROS INDICADA POR LA LETRA L.

EN UNA INSTALACION ELECTRICA SE LE LLAMA CENTRO DE CARGA AL PUNTO EN EL CUAL SE CONSIDERA QUE ESTAN CONCENTRADAS TODAS LAS CARGAS PARCIALES O DICHO DE OTRA FORMA, CENTRO DE CARGA ES EL PUNTO EN DONDE SE CONSIDERA UNA CARGA IGUAL A LA SUMA DE TODAS LAS CARGAS PARCIALES LO QUE EN REALIDAD REPRESENTA EL CENTRO DE GRAVEDAD SI A LAS CARGAS ELECTRICAS SE LES TRATA COMO MASAS.

EL CENTRO DE CARGA PUEDE CALCULARSE FACILMENTE SEGUN EL CASO DE QUE SE TRATE:

1)- CUANDO LAS CARGAS PARCIALES ESTAN EN UN MISMO LINEAMIENTO.

EL PUNTO O (CERO) NOS INDICA EL PUNTO DE REFERENCIA EN DONDE SE ENCUENTRA LA TOMA DE ENERGI, TABLERO DE DISTRIBUCION, INTERRUPTOR GENERAL ETC; L ,L , L Y L ;SON LAS DISTANCIAS DE LAS CARGAS PARCIALES Y W , W ,W Y W SON LAS CARGAS PARCIALES.

LA DISTANCIA AL CENTRO DE CARGA SE CALCULA DE LA FORMA SIGUIENTE

$$L = \frac{L_1 W + L_2 W + L_3 W + L_4 W}{(W + W + W + W)}$$

SI LA DISTANCIA AL CENTRO DE CARGA DEBE ESTAR EXPRESADA EN METROS PARA PODER SER UTILIZADA EN LAS FORMULAS CORRESPONDIENTES, ES PUES NECESARIO, TOMAR LAS DISTANCIAS PARCIALES EN METROS, ADEMÁS, SI LAS CARGAS NO ESTAN DADAS EN WATTS SINO EN HP, O SEGUN LAS INTENSIDADES DE CORRIENTE LAS DISTANCIAS AL CENTRO DE CARGA SE CALCULA EN IGUAL FORMA.

$$L = \frac{L_1 \text{ H.P.} + L_2 \text{ H.P.} + L_3 \text{ H.P.} + L_4 \text{ H.P.}}{(\text{H.P.} + \text{H.P.} + \text{H.P.} + \text{H.P.})}$$

$$L = \frac{L_1 I + L_2 I + L_3 I + L_4 I}{(I + I + I + I)}$$

CUADRO DE CARGAS DE UNA INSTALACION TRIFASICA PARA ALUMENOS Y CONTACTOS.

EL SIGUIENTE CUADRO DE CARGAS EJEMPLIFICA LAS CARGAS MONOFASICAS QUE SE UTILIZARIAN EN UNA INSTALACION TRIFASICA PARA SERVICIO DE OFICINAS BAÑOS, SALAS DE CONFERENCIA Y OTROS SERVICIOS EN UN NIVEL SUPERIOR AL ESTIMADO LAS CARGAS OBTENIDAS POR LOS LUMINARIOS EN LA SECCION DE LA PLANTA BAJA SE CALCULAN Y SE PRESENTAN EN EL SIGUIENTE CUADRO DE CARGAS POSTERIOR AL SIGUIENTE.

CIRC.					WATTS		AMPS		BREAKER.	
	100W	60W	40W	100W	250W	TOTAL	TOTAL	FASE		
1	3	2	1	1		2	1060	8.4	F-2	15AMP.
2	3	3	2	3		1	1110	8.8	F-1	15AMP.
3		1		2		3	1010	8.0	F-3	15AMP.
4	3					3	1050	8.3	F-3	15AMP.
5	5					2	1000	8.0	F-2	15AMP.
6	4	1		2		1	910	7.2	F-1	15AMP.
TOTAL	18	7	3	8		12	6140	48.7		

EN ESTE CUADRO DE CARGA SE HA FASEADO DE ACUERDO CON LAS NORMAS, POR LO QUE SACAREMOS PORCENTAJE PARA ESTAR COMPLETAMENTE SEGUROS. PARA SACAR PORCENTAJE POR FASE, COMPARAREMOS LOS VALORES DE FASE 1 Y FASE 2, RESTAREMOS EL VALOR SOBRANTE DE ALGUNA DE ELLAS Y SACAREMOS EL PORCENTAJE:

F-1 2020 WATTS A F-2 2060 WATTS

F-2 2060 WATTS A F-3 2060 WATTS

F-3 2060 WATTS A F-1 2020 WATTS

LA FASE 1 ES LA QUE DIFIERE DE LA 2 Y LA 3, POR LO TANTO :

$$100 \times 40/2060 = 1.9$$

CON ESTO QUEDA ESPECIFICADO EL DESBALANCEO DE FASES EL CUAL QUEDA DE LA SIGUIENTE MANERA:

F1 F2 =1.9%

F2 F3 =0.0%

F3 F1 =1.9%

UNA VEZ ELABORADO EL CUADRO DE CARGAS ES NECESARIO SABER EL CALIBRE DE LA LINEA DE ALIMENTACION DE ACUERDO CON EL AMPERAJE POR FASE , POR LO TANTO DETERMINAREMOS LA FORMULA PARA PODER DETERMINAR LA CORRIENTE QUE CIRCULARA POR CADA FASE:

$$I = \frac{KW \times 1000}{1.73 \times E \times \cos \phi} = \frac{6.040 \times 1000}{1.73 \times 220 \times 0.8} = 19.8 \text{ AMPERES.}$$

KW=POTENCIA UTIL.

1.73=RAIZ DE 3.

COS ϕ =FACTOR DE POTENCIA.

E=TENSION ENTRE FASE.

DE ACUERDO CON EL AMPERAJE POR FASE SE CALCULA EL GROSOR DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACION, CONSIDERANDO LA CAIDA DE TENSION PARA EVITAR CALIBRES DE CONDUCTORES MAS GRUESOS QUE LOS REQUERIDOS.

PARA 20 AMPERES, LOS CONDUCTORES CON AISLAMIENTO TW Y A LA INTEMPERIE, DE TABLAS DEBEN SER DE CALIBRE N°12.

SI FUESE LINEA ENTUBADA ENTONCES EL CALIBRE DEBERA SER DEL N°10.

**CALCULO DE CARGAS Y FUENTES PARA EL ALUMBRADO DE LA INSTALACION
UTILIZANDO LUMINARIOS TIPO VAPOR DE MERCURIO.**

DEBIDO A QUE EL TIPO DE LUMINARIO REQUIERE DE UNA ALIMENTACION A 220
CON UNA CARGA DE 400W.P./LUMINARIO.

SE UTILIZARA UN SISTEMA MONOFASICO A 3 HILOS (2F, 1N).

AUNQUE EL VALOR DE LA POTENCIA PUEDE EXEDER EL VALOR DE 4000
WATTS PARA UN SISTEMA MONOFASICO SE DERIVARAN 8 CIRCUITOS DEL
PRINCIPAL PARA NO SOBRECARGAR EL SISTEMA Y DEJARLO SOBRAADO PARA
MODIFICACIONES Y CIRCUITOS AUXILIARES FUTUROS.

**CALCULO DE LAS CORRIENTES DE DISEÑO PARA SELECCION DE INTERRUPTORES
PRINCIPALES EN TABLEROS PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS.**

PARA EL CALCULO DE LAS CORRIENTES DE DISEÑO SE TOMARON EN CUENTA LOS
SIGUIENTES FACTORES.

PARA ALUMBRADO SE TOMARON LOS SIGUIENTES FACTORES DE DIVERSIDAD O
SIMULTANEIDAD:

F.D.=0.6 (PARA ZONAS CONTROLADAS POR MEDIO DE AFAGADORES). Y

F.D.=1.0 (PARA ZONAS CONTROLADAS DESDE LOS TABLEROS).

CALCULO DE LA CORRIENTE DE DISEÑO DEL TABLERO PRINCIPAL EN LA PLANTA
BAJA DE PRIMERA AMPLIACION CORRESPONDIENTE AL AREA DE TRABAJO GRAL.

DATOS : CARGA DEL ALUMBRADO POR CIRCUITO: 5200 WATTS. F.D.=1.00
CARGA DE CONTACTOS TOTAL: 12000 WATTS. F.D.=0.3

$P_p = \text{POTENCIA TOTAL DE DISEÑO} = 5200 \times 1.00 \times 6 = 31200 + 3600.00 = 34200 \text{ WATTS}$

POR LO TANTO EL FACTOR DE DIVERSIDAD COMPUESTO= $\frac{\text{VALOR CORREGIDO}}{\text{VALOR TOTAL}}$

43200 W.

F.D.C.= $\frac{43200}{34200} = 1.2631$

34200 W

DEBIDO A QUE TODOS LOS CIRCUITOS DE DE SWITCHED SERAN DESDE EL
 TABLERO PRINCIPAL SIN APAGADORES AUXILIARES.
 CALCULAREMOS LA CORRIENTE DE DISEÑO POR MEDIO DE LA SIGUIENTE
 ECUACION:

$$I_d = \frac{P_d}{3 \cdot E \cdot F.P. \cdot F.T.} \dots \dots \dots (1).$$

EN DONDE:

- I_d=CORRIENTE DE DISEÑO.
- P_d=POTENCIA DE DISEÑO.
- E= TENSION ENTRE FASES.
- F.P.=FACTOR DE POTENCIA.
- F.T.=FACTOR DE TEMPERATURA.

SUSTITUYENDO VALORES EN LA ECUACION 1 TENDREMOS:

$$I_p = \frac{31200 \times 1.26 \quad 39312}{3 \times 220 \times 0.95 \quad 361.988} = 108.60 \text{ AMPERES.}$$

PARA ESTE TABLERO EL INTERRUPTOR ADECUADO SERA UN 3 X 120 A.
 CON MARCO PARA 225 AMPS. DEL TIPO TERMOMAGNETICO.
 UNA VEZ VISTO EL METODO SEGUIDO PARA EL CALCULO DE LAS CORRIENTES DE
 DISEÑO, PASAREMOS A LA SIGUIENTE TABLA DONDE APARECEN TODOS LOS
 INTERRUPTORES PRINCIPALES DEL TABLERO Y LAS CARACTERIZTICAS
 NECESARIAS PARA SU SELECCION:

**SELECCION DE INTERRUPTORES PRINCIPALES PARA TABLEROS DE CLASIFICACION Y
CONEXION.**
TABLA 26.

CIRC.	POTENCIAS		F.D		F.D	F.D.	I.d	MARCHA OPR.
	ALIMBR.	CENTAC.	ALM.	CENTAC.	NOTES.	TOTAL.	OPR.	
1	5200	2000	1	.3	5800	1.26	20	
2	5200	2000	1	.3	5800	1.26	20	
3	5200	2000	1	.3	5800	1.26	20	
4	5200	2000	1	.3	5800	1.26	20	225
5	5200	2000	1	.3	5800	1.26	20	
6	5200	2000	1	.3	5800	1.26	20	

CALCULO DE CONDUCTORES POR METOD DEL METODO DE CAIDA DE TENSION.

LA SECCION DE LOS CONDUCTORES SE CALCULO POR EL METODO DE CAIDA DE TENSION, TOMANDO COMO CAIDA MAXIMA DE DISEÑO 2%, LO CUAL ES MAS ESTRICTO QUE EL R.O.I.E QUE MARCA UN 3% MAXIMO PARA CARGAS DE ALUMBRADO

LA ECUACION UTILIZADA PARA EL CALCULO FUE:

$$\%e = \frac{2 \sqrt{3} L I}{E S_c} \dots \dots \dots (2).$$

EN DONDE :

- %e= CAIDA DE TENSION EN PORCIENTO,
- L=LONGITUD DEL ALIMENTADOR EN METROS.
- I=CORRIENTE DE DISEÑO EN AMPERES.
- E=TENSION ENTRE FASES EN VOLTS.
- S_c=SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR EN mm².

CALCULO DE LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL TABLERO GENERAL.

DATOS: $I=108/1.26= 85$ AMPS.
 $E=220$ VOLTS.
 $\%e=2$
 $L=45$ Mts.

$S_c= 2.3 L I / E \%e \dots\dots\dots 2a$

$S_c=0.0078729(45)(85)=30.11$ mm.
 $S_c=30.11$ mm.

UNA VEZ CALCULADA LA SECCION MINIMA DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR SE SELECCIONA EL CALIBRE INMEDIATO SUPERIOR CORRESPONDIENTE A LA SECCION CALCULADA:

CALIBRE N'2 ----33.63mm².

LA AMFACIDAD (CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE) NOMINAL DEL CALIBRE N'2 EN COBRE Y CON AISLAMIENTO TIPO THW PARA 75'c EN EL CONDUCTOR ES DE 115 AMPERES.

EL DIAMETRO ADECUADO DEL TUBO CONDUIT USADO COMO CANALIZACION PARA ALOJAR ESTE ALIMENTADOR SERA DE 38mm. (1 1/2). CONSIDERANDO UN 30% DE SUPERFICIE OCUPADA (FACTOR DE RELLENO).

UNA VEZ EXPUESTOS LOS PASOS QUE SE SIGUIERON PARA EL CALCULO DE ALIMENTADORES , RESUMIREMOS CON LA SIGUIENTE TABLA LOS CALCULOS Y VALORES Y MOSTRAREMOS CALIBRES DE CONDUCTORES Y DIAMETROS DE CANALIZACIONES ADECUADDS PARA TODOS LOS CTUS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS:

CIRC	LONG.	I p	Sc	FASE	NEUTRO	Ap	DIAMETRO
	(mts)	(amp)	(mm)	(CALIBRE)		(AMP)	(mm)
1	45	53	18.8	F1	6	64	32
2	45	65	23.0	F1	4	86	38
3	71	22	12.3	F2	8	49	25
4	90	118	83.6	F2	4	150	64
5	95	38	28.4	F3	2	86	38
6	100	37	29.1	F3	2	86	38

EL PORCENTAJE DE DESBALANCED ES DE 0.0%

DEBIDO A QUE LAS CARGAS FUERON DISPUESTAS IGUALMENTE EN LOS DIFERENTES CIRCUITOS O SEA SEIS CIRCUITOS 2 POR FASE Y LOS CONTACTOS Y LUMINARIOS TAMBIEN 13 LUMINARIOS POR CIRCUITO POR 6 CTOS. SON 78 LUMINARIOS ENTRE 3 FASES.

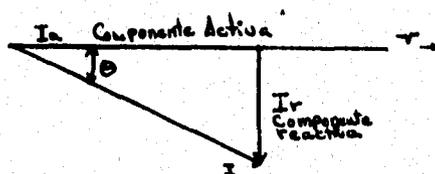
CAPITULO NUMERO 8.

CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.

DEFINICION Y CALCULO DEL FACTOR DE POTENCIA ($\cos \phi$).

LA RELACION DE LA POTENCIA REAL DE UNA CORRIENTE ALTERNA CON RESPECTO A LA POTENCIA APARENTE. LA RAZON DE POTENCIA EN WATTS A LOS VOLTAMPERES. EL COSENO DEL ANGULO DE FASE DE LA CORRIENTE ALTERNA CON RESPECTO A LA DEL VOLTAJE. PUEDE SER EXPRESADA EN DECIMAL O COMO PORCENTAJE. ANGL LO QUE REPRESENTA LA FASE DE LA IMPEDANCIA Z . LA RAZON DE RESISTENCIA A IMPEDANCIA.

LA INTENSIDAD DE CORRIENTE QUE CIRCULA POR UN CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA PUEDE CONSIDERARSE COMO LA RESULTANTE DE DOS COMPONENTES: UNA EN FASE CON LA TENSION Y LA OTRA DESFASADA, COMO INDICA LA SIGUIENTE FIGURA:



COMPONENTE EN LA INTENSIDAD DE CORRIENTE POR EFECTO DEL ANGULO DE FASE.

LA COMPONENTE EN FASE SE LLAMA COMPONENTE ACTIVA, POR QUE AL MULTIPLICAR SU VALOR POR LA TENSION SE OBTIENE LA POTENCIA ACTIVA O REAL DEL CIRCUITO; ES DECIR, SERA LA UNICA CORRIENTE SUSCEPTIBLE DE SER TRANSFORMADA EN ENERGIA MECANICA (TORQUE O PAR).

LAS CONSECUENCIAS DE UN F.P. BAJO

PRODUCE INCREMENTOS DE PERDIDAS EN LAS LINEAS DE TRANSMISION O DISTRIBUCION .

PARA UNA CARGA EN KW(ACTIVA)DADA,LA CORRIENTE TOTAL QUE CIRCULA POR LAS LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION SERAN NO MAYOR PARA UN F.P. BAJO QUE PARA OTRO CERCANO A LA UNIDAD. EL F.P, BAJO PROVOCA QUE SE INCREMENTEN NOTABLERMENTE LAS PERDIDAS POR EFECTO JOULE(CALORIFICAS)EN LAS LINEAS YA QUE CRECEN CON EL CUADRADO DE LA CORRIENTE.

$$\text{PERDIDAS} = RI^2$$

DEFICIENTE REGULACION DE VOLTAJE

CONSIDERANDO QUE EN UNA LINEA DE TRANSMISION(INCLUYENDO TRANSFORMADORES)TIENE UNA IMPEDANCIA Z LA CAIDA DE VOLTAJE A LO LARGO DE LA LINEA SERA IGUAL AL PRODUCTO DE LA IMPEDANCIA POR LA CORRIENTE.

$$\Delta V = ZI = V_0 - V_n$$

DONDE V_0 =AL PRINCIPIO DE LA LINEA.

V_n =NOMIALES QUE RECIBE EL USUARIO.

LA REGULACION DE VOLTAJE SE DEFINE EN PORCENTAJE COMO:

$$\% RV = ((V_0 - V_n) / V_n) \times 100$$

CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.

CON FRECUENCIA EL INDUSTRIAL; TIENE QUE PAGAR A LA COMPAÑIA SUMINISTRADORA DE ENERGIA ELECTRICA UNA CANTIDAD MAYOR DEL VALOR DEL CONSUMO REAL DE ENERGIA ELECTRICA YA QUE SE APLICA LA CLAUSULA PENAL DE BAJO FACTOR DE POTENCIA.

EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES SE TIENEN APARATOS QUE PARA FUNCIONAR REQUIEREN CIERTA CANTIDAD DE ENERGIA MAGNETICA COMO SON LOS TRANSFORMADORES, MOTORES DE INDUCCION, MAQUINAS DE SOLDAR, LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA ETC.

CUANDO LA INSTALACION OSCILA ENTRE 0.8-0.9; PERO ESTA CONDICION NO PUEDE MANTENERSE TODO EL DIA Y AUN MENOS DURANTE TODO EL MES YA QUE MUCHAS VECES LOS TRANSFORMADORES Y MOTORES ESTARAN FUNCIONANDO A 3/4 DE LA CARGA, LA MITAD DE LA CARGA O INCLUSIVE EN VACIO, POR LO QUE EL FACTOR DE POTENCIA SERA BAJO.

COMPANIA SUMINISTRADORA (0.9)

CLAUSULA PENAL = $\frac{\text{COMPANIA SUMINISTRADORA (0.9)}}{\text{F.P. EXISTENTE EN LA INSTALACION.}}$

FORMULA DE RECARGO.

PORCENTAJE DE RECARGO = $\frac{3}{5} \times (90/\text{F.P.}) \times 100$
FACTOR DE POTENCIA MENOR QUE 90%.

FORMULA DE BONIFICACION.

% DE BONIFICACION = $\frac{1}{4} \times (100/\text{F.P.}) \times 100$
FACTOR DE POTENCIA MAYOR O IGUAL A 90%.

DONDE F.P. ESTA EXPRESADO EN PORCIENTO.

LOS VALORES RESULTANTES DE LA APLICACION DE ESTAS FORMULAS SE REDONDEARAN A UN SOLO DECIMAL POR DEFECTO O POR EXCESO SEGUN SEA O NO MENOR QUE 5. EL SEGUNDO DECIMAL EN NUNGUN CASO SE APLICARAN PORCENTAJES DE RECARGO SUPERIORES AL 20% NI PORCENTAJES DE BONIFICACION SUPERIORES A 2.5.

EN LA ACTUALIDAD SE CUENTA CON DOS METODOS PARA F.P.

1)- METODO DEL BANCO DE CAPACITORES-.TIENE APLICACION EN INSTALACIONES YA EXISTENTES O EN PROCESOS DE EXPANSION, TIENE LA VENTAJA DE SER UN APARATO ESTATICO POR LO QUE SE LE PUEDE DAR FACIL MANTENIMIENTO, TIENE BAJO COSTO, POR LO QUE SU INVERSION SE AMORTIZA RAPIDAMENTE.

2)- METODO DE MOTOR SINCRONO-.TIENE APLICACIONES EN INSTALACIONES NUEVAS EN DONDE TENGA APLICACION CON MOTOR SINCRONO.

KW=POTENCIA REAL

KVA=POTENCIA APARENTE

KVAR=POTENCIA REACTIVA INDUCTIVA

KVAR=POTENCIA REACTIVA CAPACITIVA

$KVA = KW + KVAR$

$\cos = F.P.$

$\cos = KW/KVA$

EN EL CASO DE MOTORES Y SATISFACERA LA ECUACION:

$$P = K \phi I$$

P = PAR DE SALIDA.

ϕ = FLUJO NETO EN EL ESPACIO DE AIRE COMO UN RESULTADO DE LA CORRIENTE MAGNETIZANTE.

I = CORRIENTE ACTIVA.

K = CONSTANTE (DEPENDIENDO DE LA MAQUINA EN ESTUDIO).

EN CORRIENTE TRIFASICA, LA POTENCIA ACTIVA ES:

$$P = V I_a \sqrt{3}$$

P = POTENCIA ACTIVA EN KW.

V = VOLTS EN LA LINEA.

I_a = CORRIENTE ACTIVA EN AMPERES.

PERO COMO PUEDE VERSE EN LA FIGURA ANTERIOR.

$$I_a = I \cos \theta$$

DE DONDE RESULTA:

$$P = V I \sqrt{3} \cos \theta .$$

LA COMPONENTE DEFASADA SE LLAMA COMPONENTE REACTIVA O MAGNETIZANTE Y SUMINISTRA UNA POTENCIA QUE SIRVE PARA ESTABLECER EL CIRCUITO MAGNETICO, PERO NO CONTRIBUYE DIRECTAMENTE A LA POTENCIA REAL DEL MOTOR.

LA POTENCIA RESULTANTE DE LA COMPONENTE REACTIVA DE ALTA INTENSIDAD DE CORRIENTE SE LLAMA POTENCIA REACTIVA. EN CORRIENTE TRIFASICA, DICHA POTENCIA TENDRA UNA EXPRESION:

$$Q = V I \sqrt{3} \text{ SEN } \theta$$

PERO LE RED SE ABSORBE EN REALIDAD UNA CORRIENTE I Y SE LLAMA POTENCIA APARENTE (S) A LA QUE RESULTA DE SU CONSUMO. EN CORRIENTE TRIFASICA VIENE EXPRESADA POR LA RELACION:

$$S = V I \sqrt{3}$$

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

LA FIGURA ANTERIOR MUESTRA QUE CUANDO MAYOR ES EL ANGULO DE DEFASAMIENTO θ , MAYOR ES LA COMPONENTE REACTIVA Y MENOR COMPONENTE ACTIVA DE UNA CORRIENTE DADA.

CONVIENE EVIDENTEMENTE, QUE EL $\cos \theta$ (FACTOR DE POTENCIA) DEL MOTOR SE APROXIME TODO LO POSIBLE A 1.

DEL TRIANGULO DE POTENCIA TENEMOS QUE EL FACTOR DE POTENCIA f_p TENDRA UNA EXPRESION:

$$f_p = \cos \theta = P / \sqrt{3XS} = W / \sqrt{3} V I$$

V= VOLTAJE NOMINAL

I= CORRIENTE NOMINAL

$$f_p = R/Z$$

Z= COMPLEJA

$$f_p = \sqrt{I - ((W L) - (W C)^2) / Z^2}$$

$$f_p = P / Z V^2$$

$$f_p = P / I^2 Z$$

$$f_p = \sqrt{I - ((XL - XC) / Z)^2}$$

PROBLEMAS CON UN BAJO FACTOR DE POTENCIA

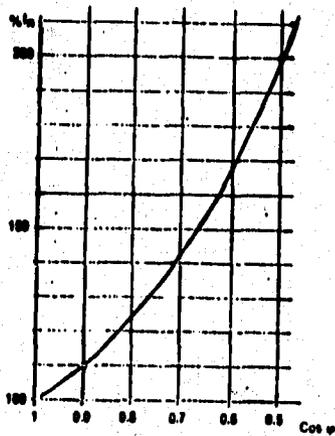
UNA CARGA QUE CONSUMA LA MAYOR POTENCIA REACTIVA Y EL FACTOR DE POTENCIA MAS BAJO ES EL FENOMENO ELECTRICO QUE PUEDE SUCEDER EN CONDICIONES ESTABLES.

PARA UNA POTENCIA CONSUMIDA CONSTANTE, EL FACTOR DE POTENCIA MAS BAJO, LA POTENCIA APARENTE SERA MAS ALTA Y ASI TAMBIEN MAS ALTA LA CANTIDAD DE CORRIENTE EN LA RED.

CON UN FACTOR DE POTENCIA DE 0.5, LA CANTIDAD DE CORRIENTE POR LA CARGA SERA DOS VECES LA CORRIENTE UTIL. CON UN FACTOR DE POTENCIA IGUAL A 0.9 LA CANTIDAD DE CORRIENTE SERA 10% MAS ALTA QUE LA CORRIENTE UTIL.

PARA UNA POTENCIA CONSTANTE, LA CANTIDAD DE CORRIENTE DE LA RED SE INCREMENTARA EN MEDIDA QUE EL FACTOR DE POTENCIA DISMINUYA.

ESTO SIGNIFICA QUE LOS TRANSFORMADORES Y CABLES DE DISTRIBUCION ESTARAN SOBRECARGADOS Y LAS PERDIDAS EN ELLOS SE INCREMENTARAN.



GRAFICA QUE MUESTRA LA CORRIENTE NOMINAL AFECTADA POR EL COS φ .

HEMOS VISTO LA CONSIDERABLE INFLUENCIA QUE EL FACTOR DE POTENCIA TIENE SOBRE EL VALOR DE LA CORRIENTE DEMANDADA EN EL SISTEMA. ESTE PUNTO EN QUE AUMENTA LA CORRIENTE OCASIONARA MUCHAS DESVENTAJAS PARA EL USUARIO INDUSTRIAL, TODO LO CUAL TIENE REPERCUSIONES FINANCIERAS, ESTAS COSTOSAS DESVENTAJAS PUEDEN SITUARSE EN CUATRO CATEGORIAS; LAS CUALES SE VERAN A CONTINUACION:

*AUMENTA LAS PERDIDAS POR EFECTO DE JOULE LAS CUALES SON UNA FUNCION DEL CUADRADO DE LA CORRIENTE, POR EJEMPLO:

- LOS CABLES ENTRE EL MEDIDOR Y EL USUARIO.
- LOS EMBOBINADOS DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION.
- DISPOSITIVOS DE OPERACION Y PROTECCION.

*UN AUMENTO EN LA CAIDA DE VOLTAJE RESULTADO DE UN INSUFICIENTE SUMINISTRO DE POTENCIA A LAS CARGAS (MOTORES, LAMPARAS, ETC.) ;

ESTAS CARGAS SUFREN UNA REDUCCION EN SU POTENCIA DE SALIDA. LA CAIDA DE VOLTAJE AFECTA A:

- LOS EMBOBINADOS DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION.
- LOS CABLES DE ALIMENTACION.
- SISTEMAS DE PROTECCION Y CONTROL.

*LAS INSTALACIONES NO PUEDEN SER USADAS A TODA CAPACIDAD RESULTADO EN ALTOS COSTOS DE DEPRECIACION. ESTO ES PARTICULARMENTE IMPORTANTE EN EL CASO DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION.

*ESAS DESVENTAJAS TAMBIEN AFECTAN AL PRODUCTO Y AL DISTRIBUIDOR DE ENERGIA ELECTRICA. ES COMPLETAMENTE COMPRENSIBLE, SIN EMBARGO, QUE EL DEBE PENALIZAR AL USUARIO MALO HACIENDO QUE EL MISMO PAGUE MAS POR SU ELECTRICIDAD.

FACTOR DE POTENCIA EN UNA INSTALACION.

COMO CADA RECEPTOR DE LOS CONECTADOS DE UNA INSTALACION TIENE UN FACTOR DE POTENCIA DETERMINADO Y NORMALMENTE DISTINTO, HAY QUE CALCULAR EL VALOR GLOBAL QUE ES EL QUE NOS LIMITA LA COMPANIA SUMINISTRADORA.

PARA CALCULAR, ES NECESARIO CONOCER LA POTENCIA Y EL fp. DE CADA UNO DE LOS RECEPTORES Y ASI TENDREMOS QUE EL FACTOR DE POTENCIA GLOBAL SERA:

$$fp = \Sigma P / \sqrt{\Sigma P^2 + \Sigma Q^2}$$

EJEMPLO:

EN UNA INSTALACION ELECTRICA SE TIENEN LOS SIGUIENTES RECEPTORES:

- 1.-> MOTOR DE 1HP. Y FP. = 0.6
- 2.-> MOTOR DE 10 HP. Y FP = 0.8
- 3.-> MOTOR DE 20 HP. Y FP = 0.5
- 4.-> 50 LAMPARAS FLUORESCENTES DE 40 WATTS Y FP = 0.4

SE REALIZA UN CUADRO DE POTENCIAS

RECEPTOR	POTENCIA ACTIVA P=P CV 100	FP	SEN θ $\sqrt{1 - \cos^2 \theta}$	Tg θ	Q Q= P Tg θ
1	736	0.6	0.8	1.33	978.88
2	7,360	0.8	0.6	0.75	5,520.00
3	14,720	0.5	0.86	1.72	25,318.40
4	2,000	0.4	0.91	2.27	4,540.00
Σ	24,716				36,357.28

CONOCIDAS LAS POTENCIAS ACTIVA Y REACTIVA TOTALES TENDREMOS:

$$\cos \theta = P / \sqrt{P^2 + Q^2} = 24,716 / \sqrt{24,716^2 + 60,057.26^2} = 0.567$$

PERDIDAS EN LOS CABLES.

PARA LA MISMA POTENCIA TRANSMITIDA, UNA MEJORIA EN EL FACTOR DE POTENCIA SIGNIFICA UNA REDUCCION EN LA CORRIENTE PRINCIPAL.

PARA UN CABLE DADO, LAS PERDIDAS SON PROPORCIONALES AL CUADRADO DE LA CORRIENTE. PARA MEJORAR EL FP. DE UN VALOR INICIAL $\cos \theta 1$ A UN VALOR DE $\cos \theta 2$, LAS PERDIDAS I^2R EN WATTS PUEDEN SER REDUCIDAS POR UN FACTOR.

$$K = \left[1 - \left[\frac{\cos \theta 1}{\cos \theta 2} \right]^2 \right] \times 100 \text{ EN } \%$$

VEMOS QUE UNA MEJORA EN EL FP. 0.6 A 0.8 REDUCE LAS PERDIDAS EN UN 44% Y UNA MEJORA DE 0.6 A 1.0 RESULTARA EN UNA REDUCCION DEL 64%.

AUNQUE ESOS FACTORES SEAN CONOCIDOS, Poca ATENCION ES DADA PARA LAS POSIBLES MEJORIAS EN ECONOMIA.

CONSEJOS DEL FACTOR DE POTENCIA POR MEDIO DE CAPACITORES.

POR QUE EL USO DE CAPACITORES.

EN LAS REDES ELECTRICAS DE CORRIENTE ALTERNA, PUEDEN DISTINGUIRSE DOS TIPOS DE CARGAS: CARGAS OHMICAS O RESISTIVAS Y CARGAS REACTIVAS IDEALES.

UNA CARGA IDEAL SIEMPRE PUEDE CONSIDERARSE COMO COMPUESTA POR UNA PARTE PURAMENTE RESISTIVA Y OTRA REACTIVA IDEAL. EN LAS CARGAS REPRESENTADAS POR LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION, TRANSFORMADORES, LAMPARAS FLUORESCENTES, MOTORES ELECTRICOS, EQUIPOS DE SOLDADURA ELECTRICA, ETC. LA PARTE REACTIVA DE LA CARGA SUELE SER DE UNA MAGNITUD COMPARABLE O MUCHO MAYOR QUE LA PARTE PURAMENTE RESISTIVA.

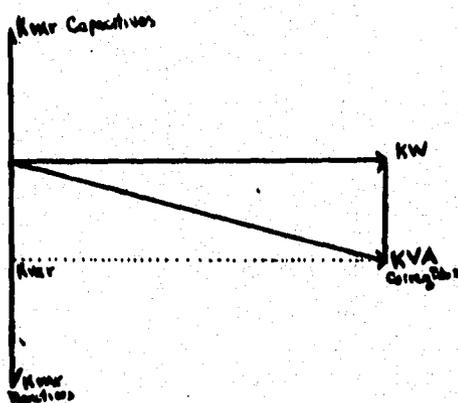
EN EL CASO PARTICULAR DE LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES, LA CARGA TOTAL VIENE A SER DE CARACTER INDUCTIVO Y LA CORRIENTE ESTA RETRASADA CON RESPECTO AL VOLTAJE (EL FACTOR DE POTENCIA ES DE TIPO ATRASADO).

LAS LIMITACIONES DADAS POR LA REGLAMENTACION AL USO DE ENERGIA ELECTRICA REFERENTE AL BAJO FACTOR DE POTENCIA EN UNA INSTALACION INDUSTRIAL (PENALIDAD) Y LA REDUCCION DE CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES Y GENERADORES, PERDIDAS POR EFECTO JOULE EN LAS LINEAS CONDUCTORAS Y SU PERDIDA DE REGULACION, OBLIGA A MEDIOS COMPENSADORES DE LA CARGA INDUCTIVA CON OTRA CAPACITIVA, DE DONDE LOS CAPACITORES VIENEN A SER EL MEDIO MAS ADECUADO PARA ESTE FIN.

EL USO DE CAPACITORES ES PARA:

- 1.-COMPENSAR EL BAJO FACTOR DE POTENCIA DE UNA INSTALACION INDUSTRIAL Y EVITAR EL PAGO DE PENALIDAD.
- 2.-AUMENTAR LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS TRANSFORMADORES.
- 3.-REDUCIR PERDIDAS POR EFECTO JOULE.
- 4.-MEJOR REGULACION DE VOLTAJE.

MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA PARA UNA CARGA DADA, IMPLICA LA REDUCCION DE LA FUERZA REACTIVA (KVAR). Y EL MODO DE REDUCIRLA ES INTRODUCIR UNA COMPONENTE DE FUERZA CAPACITIVA QUE ADELANTE LA FUERZA 90° ELECTRICOS. COMO SE ILUSTRAS EN EL DIAGRAMA SIGUIENTE:



REDUCCION DE LA COMPONENTE DE FUERZA REACTIVA POR EL USO DE CAPACITORES.

CALCULO DE CAPACITORES.

SEGUN EL DIAGRAMA DENOMINADO TRIANGULO DE POTENCIAS TENEMOS EL VECTOR DE POTENCIA ACTIVA CONSUMIDA POR EL RECEPTOR O CONJUNTO DE RECEPTORES, LA POTENCIA REACTIVA INICIAL Y LA POTENCIA REACTIVA CORREJIDA POR MEDIO DE UN CAPACITOR; LA FORMA DE CALCULAR EL CAPACITOR PARA AUMENTAR EL FACTOR DE POTENCIA ES LA SIGUIENTE:

SI SE TIENE UN VALOR INICIAL DEL FACTOR DE POTENCIA ($\cos \theta^1$) Y QUEREMOS CORREGIR A UN FACTOR DE POTENCIA ($\cos \theta^2$), LA DIFERENCIA SERA LA POTENCIA QUE DEBE ABSORBER EL CONDENSADOR, ASI:

$$P \text{ (DEL CONDENSADOR)} = Q - Q^1 = P \operatorname{Tg} \theta^2 - P \operatorname{Tg} \theta^1 = P (\operatorname{Tg} \theta^2 - \operatorname{Tg} \theta^1) \\ = V^2 C W .$$

DE LA ULTIMA IGUALDAD DESPEJAMOS "C" Y NOS QUEDARIA:

$$C = \frac{P (\operatorname{Tg} \theta^2 - \operatorname{Tg} \theta^1)}{V^2 W} \text{ (FARADIOS)}$$

DONDE :

P = POTENCIA ACTIVA (WATTS).

V = VOLTASE NOMINAL EN VOLTIOS.

C = CAPACIDAD DEL CONDENSADOR EN FARADIOS.

W = VELOCIDAD ANGULAR = $2 \pi F$.

NO OBSATANTE, EL CAPACITOR GENERA POTENCIA REACTIVA EXPRESADA EN VOLTS- AMPERES REACTIVOS O (VARS). DEL VALOR DE LA CAPACITANCIA PODEMOS CALCULAR LA POTENCIA REACTIVA ASI:

$$Q_C = 2 \pi F C V^2$$

EJEMPLO:

CALCULAR LA CAPACIDAD DEL CONDENSADOR NECESARIO PARA HACER QUE EL FACTOR DE POTENCIA SEA LA UNIDAD ($\cos \theta^1 = 1$), EN UNA INSTALACION DE ALUMBRADO FLUORESCENTE DE 100 TUBOS DE 75 WATTS CADA UNO CON UN COSENO $\theta = 0.6$ CON UNA TENSION DE 220 VOLTS.

$$\text{SI } \cos \theta = 0.6 \dots \dots \dots \text{Tg } \theta = 1.33$$

$$\text{SI } \cos \theta^1 = 1 \dots \dots \dots \text{Tg } \theta^1 = 0$$

$$C = \frac{P (\text{Tg } \theta - \text{Tg } \theta^1) \times 10^6}{V^2 W} = \frac{100 \times 75 (1.33 - 0) 10^6}{220^2 \times 60}$$

$$C = 546.68 \mu\text{F}$$

SI LA FRECUENCIA (F) ES DE 60 Hz, LA CAPACITANCIA DE 546.68 μF Y EL VOLTAJE DE LA RED DE 220 VOLTS. LA POTENCIA GENERADA ES:

$$W_c = 2 \pi F C V^2 = 376.99 \times 546.68 \times 10^6 \times 220^2$$

$$W_c = 9,9750 \times 10^6.$$

DE LO ANTERIOR PODEMOS CONCLUIR QUE :

$$W_c = P (\text{Tg } \theta - \text{Tg } \theta^1) \text{ EN VARS CAPACITIVOS.}$$

SI LA TENSION NOMINAL DE ALIMENTACION (CA) ES DE 120 VOLTS Y P=20 WATTS. CALCULAR EL VALOR DEL CAPACITOR PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA DE .7071 = (45°) RETRASADA A UN FACTOR DE POTENCIA DE 0.90 = (25.8°), SIGUEN SIENDO INDUCTIVOS.

DATOS:

$$V = 120 \text{ VCA.}$$

$$P = 20 \text{ WATTS.}$$

$$\text{COS } \phi = .7071$$

$$\text{COS } \phi^1 = 0.9$$

CONSIDERANDO COS ϕ = 0.7071 COMO INICIAL :

$$S_1 = 20 / 0.7071 = 28.28 \text{ VA.}$$

$$S_2 = 20 / 0.9 = 22.22$$

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P^2} = \sqrt{28.28^2 - 20^2} = 20.94 \text{ VARS.}$$

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P^2} = \sqrt{22.22^2 - 20^2} = 9.68 \text{ VARS.}$$

$$Q_0 = Q_1 - Q_2 = 20.0003 - 9.6864 = 10.3139 \text{ VARS.}$$

$$I_0 = Q_0 / V = 10.31399 / 120 = 0.0859 \text{ AMP.}$$

$$X_0 = Q_0 / I_0^2 = 10.31399 / 0.0859^2 = 1.396.168 \Omega$$

$$C = 1 / 2 \pi f X_0 = 1 / 377 \times 1.396.168 = 1.89 \mu\text{F.}$$

$$Q_0 = (\text{Tg } \text{COS}^{-1} 0.7071 - \text{Tg } \text{COS}^{-1} 0.90) 20$$

$$Q_0 = 10.31 \text{ VARS.}$$

$$C = Q / \omega \times V^2 = 10.31 / 377 \times 120^2 = 1.8 \mu\text{F}$$

ESTAS FORMULAS SON VALIDAS PARA LINEAS MONOFASICAS. EL CONDENSADOR QUE RESULTA, POR CALCULO. UN SISTEMA TRIFASICO SE PUEDE CONECTAR EN ESTRELLA O EN DELTA EN EL CUAL ESTE ULTIMO ES EL MAS UTILIZADO YA QUE LA CAPACIDAD NECESARIA EN ESTE CASO ES TRES VECES MENOR QUE EN ESTRELLA Y POR LO TANTO SE AHORRARA DINERO.

EL PROCESO DE CALCULO A SEGUIR PARA LA DEDUCCION DE LA FORMULA SERA:

$$P = \sqrt{3} V_{LINEA} \times I_{LINEA} \times \cos \theta \quad (\text{POTENCIA ACTIVA EN WATTS})$$

$$Q = P \times \text{Tg} \theta \quad (\text{POTENCIA REACTIVA EN VARS})$$

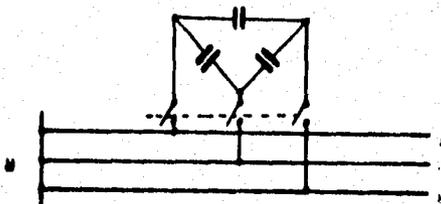
$$Q^1 = P \times \text{Tg} \theta^1 \quad (\text{POTENCIA REACTIVA CORREGIDA}).$$

$$Q_c = 3 \frac{V^2}{Z} \quad (\text{POTENCIA REACTIVA DEL CAPACITOR VARS}).$$

$$Q_c = 3V C W = P (\text{Tg} \theta - \text{Tg} \theta^1) \text{ VARS.}$$

$$C = \frac{P (\text{Tg} \theta - \text{Tg} \theta^1)}{3 V^2 W} = \text{FARADIOS}$$

LA CONEXION PERIFERICA SERA LA DELTA, YA QUE AL SER INVERSAMENTE PROPORCIONAL AL CUADRADO DE LA TENSION DE FASE, COMO LA TENSION DE FASE EN DELTA ES $\sqrt{3}$ MAYOR QUE LA TENSION DE FASE EN ESTRELLA AL SER AL CUADRADO, QUIERE DECIR QUE LA CAPACIDAD EN DELTA ES TRES VECES MENOR QUE LA CAPACIDAD EN ESTRELLA Y RESULTA MAS BARATA.



CONEXION EN DELTA DE CAPACITORES PARA CORREGIR AL FACTOR DE POTENCIA.

LEYENDA GENERAL.

TOME LOS DATOS DE AREA DE TRABAJO MOSTRADOS EN EL SIGUIENTE DIAGRAMA LOS CUALES ESTAN EN SERVICIO 3000 HRS. POR AÑO.

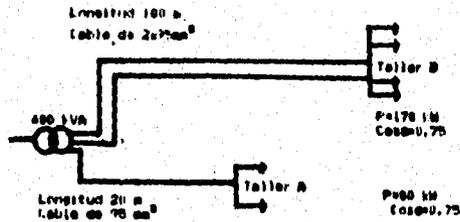
LA POTENCIA REACTIVA POR LAS AREAS DE TRABAJO ES COMO SIGUE:

$$\text{AREA DE TRABAJO} = 80 \left[\frac{\sqrt{1-0.75^2}}{0.75} \right] = 70 \text{ KVAR. (TALLER A)}$$

$$\text{AREA DE TRABAJO} = 170 \times 0.88 = 149.5 \text{ KVAR (TALLER B).}$$

PARA UN TOTAL DE 220 KVAR.

LA POTENCIA REACTIVA DEL TRANSFORMADOR ES TOMADA PARA PROPOSITOS DE TARIFA FIJA COMO DEL 13 % DE POTENCIA USADA: 32.5 KVAR



ESQUEMA DE UNA PEQUEÑA INDUSTRIA

ASI LA POTENCIA TOTAL DEMANDADA DE LA FUENTE ES :

$$220 + 32.05 = 252.5$$

EL RESULTADO ES QUE :

- EXISTEN PERDIDAS EXESIVAS DE ENERGIA ACTIVA EN EL CABLEADO.
- LA CARGA SOBRE EL TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION ES MUY PESADA.
- EL COSTO EN ENERGIA REACTIVA ES EXESIVO.

LOS CAPACITORES DEBEN, POR LO TANTO, SER INSTALADOS PARA REDUCIR EL COS ϕ EN LAS AREAS DE TRABAJO, AUN 0.9 QUE ES EL ACTUAL PERMITIDO POR LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS DE ENERGIA.

LLEVANDO COS ϕ DE 0.75 A 0.9 , OBTENEMOS DE LA TABLA DE POTENCIAS DE CAPACITORES UNA K = 0.4

EN EL AREA A INSTALAMOS $80 \times 0.4 = 32$ KVAR

EN EL AREA B INSTALAMOS $170 \times 0.4 = 68$ KVAR.

PARA UN TOTAL DE $32 + 68 = 100$ KVAR.

CAPITULO NUMERO 9.

PROCEDIMIENTO GENERAL QUE SE DEBE SEGUIR EN EL PROYECTO DE ILUMINACION EN INTERIORES.

CALCULO DE LUMINARIOS POR LOS METROS DE LINDEN Y PUNTO POR PUNTO.

PARA EL CALCULO DE ILUMINACION EN INTERIORES SE DEBE DE PARTIR DE LOS SIGUIENTES DATOS:

- I.-OBJETIVOS Y ESPECIFICACIONES.
- II.-FACTORES DE DEPRECIACION NO RECUPERABLES.
- III.-FACTORES DE DEPRECIACION RECUPERABLES.
- IV.-CALCULOS.

I.-OBJETIVOS Y ESPECIFICACIONES.

- 1.-TAREA VISUAL.
- 2.-CALIDAD REQUERIDA.
- 3.-CANTIDAD REQUERIDA.
- 4.-ATMOSFERA DEL AREA.
- 5.-DESCRIPCION DEL AREA.
- 6.-SELECCION DEL LUMINARIO-LAMPARA.

II.-FACTORES DE DEPRECIACION NO RECUPERABLES.

- 7.-TEMPERATURA AMBIENTE.

LA VARIACION DE TEMPERATURA MAYOR O MENOR DE LO NORMAL QUE ENCONTRAMOS EN LOS INTERIORES. TOMA MUY POCO EFECTO EN LAS LAMPARAS INCANDESCENTES Y EN LAS LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA, PERO SI TIENE UN EFECTO MAYOR EN LAMPARAS FLUORESCENTES.

8.-TENSION DE ALIMENTACION.

LA REGULACION DE TENSION ES DIFICIL DE PREDECIR, PERO AL SUBIR O BAJAR ESTA, AFECTA LA SALIDA DE FLUJO LUMINOSO EMITIDO POR LAS LAMPARAS.

PARA LAMPARAS INCANDESCENTES POR CADA 1% DE VARIACION DE TENSION, CAUSA APROXIMADAMENTE UN 3% DE VARIACION EN EL FLUJO LUMINOSO.

PARA LAMPARAS MERCURIALES POR CADA 1% DE VARIACION DE TENSION, CAUSA APROXIMADAMENTE UN 3% DE VARIACION EN EL FLUJO LUMINOSO.

PARA LAS LAMPARAS FLUORESCENTES HABRA UN CAMBIO DE 1% DEL FLUJO LUMINOSO POR CADA 2.5% DE VARIACION DE TENSION.

9.-FACTOR DE BALASTRO.

ESTE FACTOR DEBERA DE SER CONSULTADO CON EL FABRICANTE DE LOS MISMOS. NORMALMENTE SE TOMA 0.93;

10.- DEPRECIACION EN LAS SUPERFIES DEL LUMINARIO.

ESTE RESULTA DE CAMBIOS ADVERSOS EN EL METAL, LA PINTURA Y LOS COMPONENTES PLASTICOS, QUE NOS DA COMO RESULTADO UNA REDUCCION EN LA SALIDA DEL FLUJO LUMINOSO.

SUPERFICIES COMO EL VIDRIO NO TIENEN CASI DEPRECIACION.

LA PINTURA HORNEADA Y OTROS TIPOS DE PINTURAS TIENEN UNA PERMANENTE DEPRECIACION, YA QUE NORMALMENTE SE HACEN POROSAS A ALGUNAS TEMPERATURAS.

III.-FACTORES RECUPERABLES.

11.-DEPRECIACION POR SUCIEDAD EN LAS SUPERFICIES DEL CUARTO.

LA ACUMULACION DE POLVO EN LAS SUPERFICIES DEL CUARTO REDUCE LA REFLEXION DEL FLUJO LUMINOSO Y LA INTERREFLEXION AL PLANO DE TRABAJO.

12.-LAMPARAS QUEMADAS.

LAS LAMPARAS FUNDIDAS O QUEMADAS DISMINUYEN EL NIVEL DE ILUMINACION PROMEDIO.

LA ESTADISTICA DE MORTALIDAD POR CADA LAMPARA DEBERA SER CONSULTADA CON LOS MANUFACTUREROS PARA PLANEAR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

SI LAS LAMPARAS NO SON REPUESTAS PROPIAMENTE DESPUES DE QUEMARSE, EL PROMEDIO DE ILUMINACION BAJARA PROPORCIONALMENTE. PARA EFECTO DE CALCULO, SE CONSIDERA MAXIMO DE UN 5% DE LAMPARAS QUEMADAS.

13.-DEPRECIACION POR LUMENES DE LA LAMPARA.

LA INFORMACION ACERCA DE LA DEPRECIACION DE LAS LAMPARAS, EXISTE EN TABLAS Y GRAFICAS DE LOS MANUFACTUREROS.

14.-FACTOR DE DEPRECIACION POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO L.D.D. (LUMINAIRE DIRT DEPRECIATION).

LA ACUMULACION DE SUCIEDAD EN LOS LUMINARIOS TRAE COMO CONSECUENCIA UNA PERDIDA EN LA EMISION LUMINOSA Y POR LO MISMO PERDIDAS DE ILUMINACION EN EL PLANO DE TRABAJO.

LA SUCIEDAD EN LA ATMOSFERA SE CONSIDERA QUE PROVIENE DE DOS FUENTES. AQUELLA QUE PASA DE ATMOSFERA ADYACENTES A LOCAL DONDE SE ENCUENTRA EL LUMINARIO Y LA QUE SE GENERA POR EL TRABAJO REALIZADO EN LA ATMOSFERA CIRCLINDANTE AL LUMINARIO.

LA SUCIEDAD PUEDE CLASIFICARSE COMO ADHESIVA, ATRAIDA O INERTE Y PUEDE PROVENIR DE FUENTES CONSTANTES O INTERMITENTES.

LA SUCIEDAD ADHESIVA SE COLGARA DE LAS SUPERFICIES DEL LUMINARIO DEBIDO A LO PEGAJOSO DE SU NATURALEZA, MIENTRAS QUE LA SUCIEDAD ATRAIDA SE MANTIENE POR EFECTO DE FUERZAS ELECTROSTATICAS.

LA SUCIEDAD INERTE VARIARA EN ACUMULACION DESDE COMO PUEDA SOPORTAR UNA SUPERFICIE HORIZONTAL ANTES DE SER DESALOJADA POR LA GRAVEDAD O CIRCULACION DE AIRE.

ALGUNOS EJEMPLOS DE SUCIEDAD ADHESIVA SON: GRASA PRODUCTA AL COCINAR, PARTICULAS GENERADAS POR LA OPERACION DE MAQUINAS, TRANSPORTADAS POR VAPORES ACEITOSOS, PARTICULAS VAPOR DE AGUA COMO EN LAVANDERIAS.

ALGUNOS EJEMPLOS DE SUCIEDAD ATRAIDA SON: CABELLOS, PELO, PELUSA FIBRAS O PARTICULAS SECAS CARGADAS ELECTROSTATICAMENTE DEBIDO A OPERACIONES DE MAQUINAS.

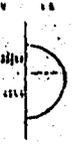
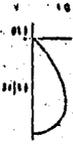
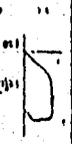
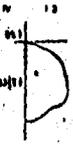
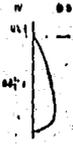
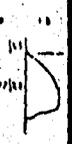
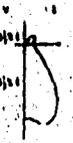
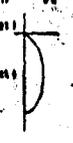
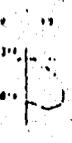
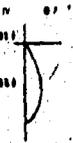
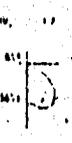
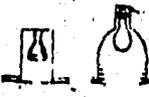
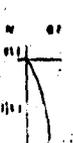
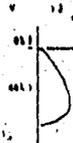
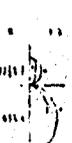
LA SUCIEDAD INERTE ESTA REPRESENTADA POR PARTICULAS NO PEGAJOSAS, SIN CARGA ELECTROSTATICA TALES COMO: HARINA SECA, ASFERTIL, CENIZAS, LINAS

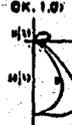
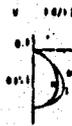
DETERMINACION DE LAS CONDICIONES DE SOCIEDAD EN LAS LINEAMAS.

DETERMINACION DE LAS CONDICIONES DE SOCIEDAD EN LAS LINEAMAS.					
	NOV LIMPIO	LIMPIO	SECO	BUENO	NOV BUENO
CONDICION GENERAL	SECA	NOV POCO	NOV POCO	SECA	CONDICION CONTINUA
SOCIEDAD GENERAL	SECA O NOV POCO				
CONDICION FILTRACION	SECA	SECA O NOV POCO	SECA O NOV POCO	SECA O NOV POCO	SECA
CONDICION	SECA	LIMPIO	SECA O NOV POCO	SECA O NOV POCO	SECA
CONDICION	SECA O NOV POCO				

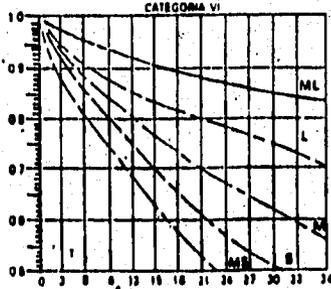
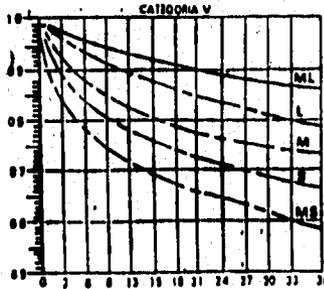
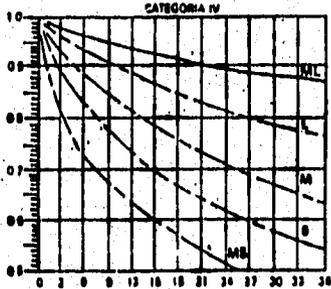
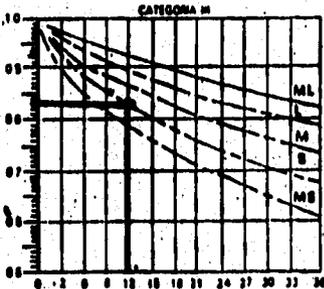
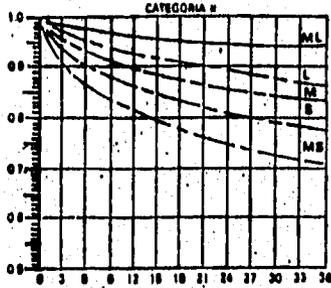
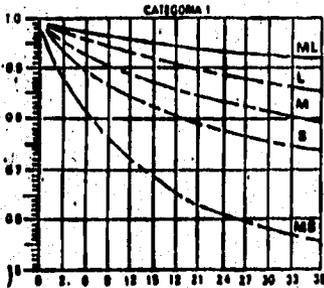
PARA DETERMINAR ESTE FACTOR ES NECESARIO CONOCER EL TIPO DE CATEGORIA DE MANTENIMIENTO DE ACUERDO A SU CONSTRUCCION.

CATEGORIAS DE MANTENIMIENTO	ENVOLVENTE SUPERIOR	ENVOLVENTE INTERIOR
I	1) MURADO	1) MURADO
II	1) MURADO 2) TRANSPARENTE CON LE Y O UNA DE CIERRE EN LAS BOCAS ABERTAS O TRAVES DE ABERTURAS. 3) TRANSLUCIDO CON LE Y O UNA DE CIERRE EN LAS BOCAS ABERTAS O TRAVES DE ABERTURAS. 4) OPACO CON LE Y O UNA DE CIERRE EN LAS BOCAS ABERTAS O TRAVES DE ABERTURAS.	1) MURADO 2) REJILLAS O DEFLECTORES
III	1) TRANSPARENTE CON UNO DE LE Y O UNO DE CIERRE EN LAS BOCAS ABERTAS O TRAVES DE ABERTURAS. 2) TRANSLUCIDO CON UNO DE LE Y O UNO DE CIERRE EN LAS BOCAS ABERTAS O TRAVES DE ABERTURAS. 3) OPACO CON UNO DE LE Y O UNO DE CIERRE EN LAS BOCAS ABERTAS O TRAVES DE ABERTURAS.	1) MURADO 2) REJILLAS O DEFLECTORES
IV	1) TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 2) TRANSLUCIDO SIN ABERTURAS 3) OPACO SIN ABERTURAS	1) MURADO 2) REJILLAS
V	1) TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 2) TRANSLUCIDO SIN ABERTURAS 3) OPACO SIN ABERTURAS	1) TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 2) TRANSLUCIDO SIN ABERTURAS
VI	1) MURADO 2) TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 3) TRANSLUCIDO SIN ABERTURAS 4) OPACO SIN ABERTURAS	1) TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 2) TRANSLUCIDO SIN ABERTURAS 3) OPACO SIN ABERTURAS

LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES	
	CAT.	ESP. MÁX.		CAT.	ESP. MÁX.		CAT.	ESP. MÁX.
 <p>ESFERA DIFUSA CON MONTAJE COLGANTE</p>		 <p>GABINETE CUADRADO CON CONTROLLENTE PARA CURVA DE DISTRIBUCIÓN ABERTA</p>		 <p>UNIDAD TOTALMENTE CERRADA</p>				
 <p>REFLECTOR ESMALTADO TIPO RLM</p>		 <p>BOTE INTEGRAL DE 140 MM DE DIÁMETRO PARA LAMPARA PAR-100 Y LAMPARA FLUORESCENTE ANORRACORA DE ENERGÍA.</p>		 <p>UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMÁTICO VENTILADO (EFECTO CHAMENAI)</p>				
 <p>ESQUEJO UNIDAD CON REFLECTOR CUADRADO PRISMÁTICO</p>		 <p>BOTE INTEGRAL DE 140 MM DE DIÁMETRO PARA LAMP. PARA PAR-75</p>		 <p>UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMÁTICO CERRADA POR MEDIO DE REFRACTOR PRISMÁTICO</p>				
 <p>LAMPARA PAR-40 EN BOTE INTEGRAL</p>		 <p>GABINETE CUADRADO CON CONTROLLENTE PARA CURVA DE DISTRIBUCIÓN ABIERTA</p>		 <p>UNIDAD CERRADA POR MEDIO DE REFRACTOR PRISMÁTICO</p>				
 <p>LAMPARA PAR-40 CON REFLECTOR ESPECULAR ANORRACORA, CUTOFF A 45°</p>		 <p>GABINETE CUADRADO CON CONTROLLENTE DIFUSO</p>		 <p>UNIDAD DE EMPOTRAR CON REFLECTOR PRISMÁTICO VENTILADO</p>				
 <p>PAR-40 CON 2° DE ABERTURA</p>		 <p>INCANDESCENTE UNIDAD CON LAMPARA DE DESCARGA ALTA INTENSIDAD CON REFLECTOR INTERIOR DE CRISTAL PRISMÁTICO Y CONTROLLENTE DE ACRILICO PRISMÁTICO EXTERIOR</p>		 <p>UNIDAD FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL</p>				

LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE SMT Y SUS LUMENES
	CAT. ESP. SAB.
 UNIDAD FLUORESCENTE CON REJILLA	
 UNIDAD PARA 2 LAMPARAS FLUORESCENTES CON CON- TROLANTE PRISMÁTICO EN- VOLVENTE	
 UNIDAD PARA 2 O 4 LAM- PARAS FLUORESCENTE TIPO EMPOTRAR O SOBREPONER CON CONTROLANTE DE ACRÍ- LICO PRISMÁTICO	
 CANALERA PARA 1 O 2 LAM- PARAS FLUORESCENTES	

**CURVAS DE DEGRADACION POR SUCIEDAD
EN EL LUMINARIO**



ML-MUY LIMPIO
L- LIMPIO
M-MEDIO
S-SUCIO
MS-MUY SUCIO

CONCLUS.

15.-FACTOR TOTAL DE PERDIDA DE LUZ O MANTENIMIENTO.

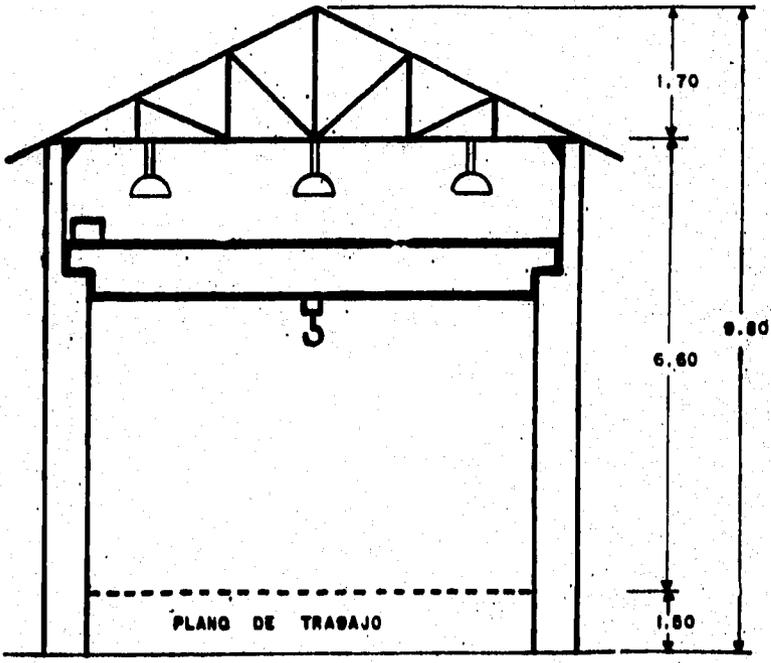
EL FACTOR TOTAL DE PERDIDA DE LUZ ES EL PRODUCTO DE TODOS LOS FACTORES MENCIONADOS EN LOS PUNTOS 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, Y 14.

16.-CALCULOS.

17.-ARREGLO O DISPOSICION.

18.-REVISION DEL PROYECTO DE ACUERDO CON LOS OBJETIVOS.

PROYECTO DE ILUMINACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL.



DATOS DEL PROYECTO.

LARGO = 54.95 mts.

ANCHO = 16.10 mts.

ALTURA = 9.80 mts.

ALTURA DE PLANO DE TRABAJO = 1.50 mts.

NIVEL DE ILUMINACION RECOMENDADO = 600 LUXES.

REFLECTANCIA DE TECHO = 30%.

REFLECTANCIA DE LA PARED = 10%.

REFLECTANCIA DEL PISO = 20%.

TIPO DE AMBIENTE = SUCIO.

HORAS DE OPERACION POR AÑO = 9 hrs./DIA X 300 DIAS=2700hrs X AÑO

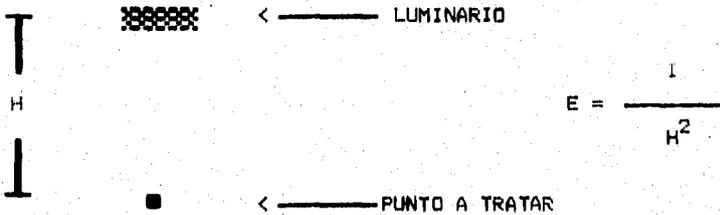
ALTURA DE LA PARTE BAJA DEL LUMINARIO S.N.P.T. = 8.10 mts.

TRABAJO A DESARROLLAR EN ESTE TALLER MECANICO: TRABAJO MEDIANO DE MAQUINARIA Y BANCO, MAQUINAS AUTOMATICAS.

EL NIVEL DE ILUMINACION RECOMENDADO DE ACUERDO A TABLAS FUE DE 600 LUXES,

SELECCION DEL LUMINARIO.

UNA VEZ ESTABLECIDOS LOS PARAMETROS MENCIONADOS ANTERIORMENTE PROCEDEREMOS A SELECCIONAR EL TIPO DE LUMINARIO (S) A UTILIZAR, PARA LO CUAL DE UNA MANERA PRACTICA Y BASANDONOS EN EL ~~METODO PUNTO PUNTO~~ ~~PUNTO~~ DEBEMOS DE ENCONTRAR LA CURVA DE DISTRIBUCION MAS ADECUADA, QUE NOS DE APROXIMADAMENTE ABAJO DEL LUMINARIO EL NIVEL DE ILUMINACION DESEADO.



DONDE:

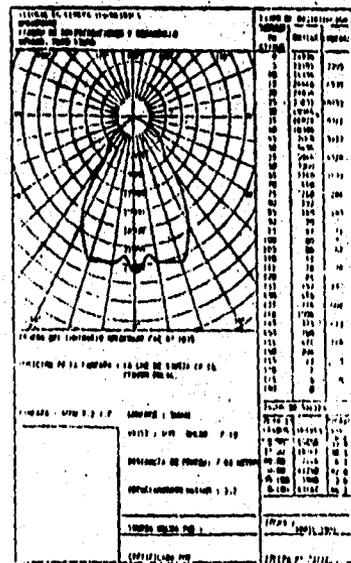
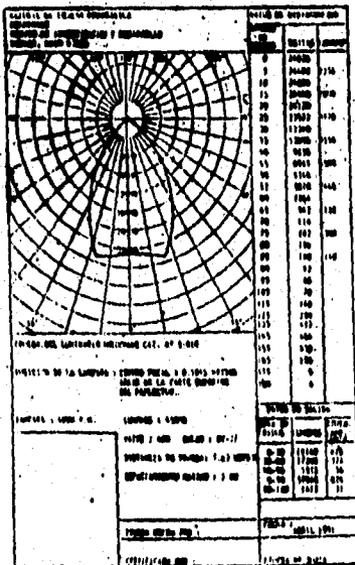
- E = NIVEL DE ILUMINACION EN LUXES.
- I = POTENCIA EN CANDELAS.
- H = ALTURA DEL LUMINARIO AL PUNTO A TRATAR.

EL UNICO VALOR QUE DESCONOCEMOS ES LA POTENCIA (I) EN CANDELAS PARA DAR EL NIVEL DE ILUMINACION, POR LO TANTO:

- $I = E \times H$
- $I = 600 \times (6.60)$
- $I = 26136$ CANDELAS.

CON ESTE VALOR EN CANDELAS PODEMOS BUSCAR EN LA INFORMACION TECNICA (CURVAS DE DISTRIBUCION VERTICAL) DE CUALQUIER FABRICANTE Y CON CUALQUIER TIPO DE LAMPARA (INCANDESCENTE, FLUORESCENTE, VAPOR DE MERCURIO, ADITIVOS METALICOS, VAPOR DE SODIO, ETC.) QUE A CERO GRADOS VERTICAL NOS DE UN VALOR LO MAS APROXIMADO EN CANDELAS AL VALOR CALCULADO.

EN NUESTRO CASO, UTILIZANDO INFORMACION TECNICA DEL FABRICANTE DE LUMINARIOS (██████████) ENCONTRAMOS QUE LOS LUMINARIOS APROPIADOS SON DEL TIPO PRISMPACK CAT. No. 2910 DE 2 X 400 WATTS PARA DOS LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO Y CAT. NUMERO 1035 DE 1X400 WATTS PARA OPERAR UNA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION.



**CALCULO.
UTILIZANDO EL METRO DE LUMEN**

$$\text{NUMERO} = \frac{E \times A}{\text{LUMENES POR LUMINARIO} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}}$$

DONDE:

NUMERO = NUMERO DE LUMINARIOS.

E = NIVEL DE ILUMINACION EN LUXES.

C. U. = COEFICIENTE DE UTILIZACION.

F. M. = FACTOR DE MANTENIMIENTO O FACTOR DE PERDIDAS DE LUZ

LUMENES POR LUMINARIO = LUMENES INICIALES DE LA (S).

LAMPARA (S) QUE SE ENCUENTRE (N).

DENTRO DEL LUMINARIO.

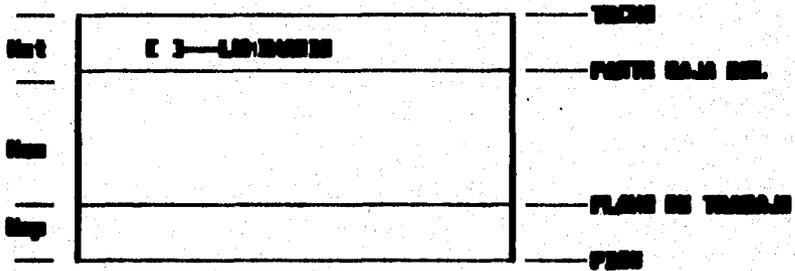
LUMENES INICIALES DE LA LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE 4000 W.
22,500 (DATO OBTENIDO DEL FABRICANTE DE LAMPARAS FOCOS S.A.).

OBSERVANDO LA FORMULA ANTERIOR, VEMOS QUE TODOS LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN ELLA SON CONOCIDOS, EXCEPTO EL VALOR DE C. U. Y F. M. PARA OBTENER EL VALOR DE C. U. TENEMOS QUE RECURRIR A LA INFORMACION TECNICA DEL FABRICANTE DE LUMINARIOS Y EN ESPECIAL AL CATALOGO SELECCIONADO.

PARA OBTENER EL VALOR DEL C. U. EXISTEN DOS METODOS:

EL METODO DE INDICE DE CONTRA.

EL METODO DE CAVIDAD ZEAL.



DONDE:

Hct = ALTURA DE CAVIDAD DE TECHO.

Hcc = ALTURA DE CAVIDAD DE CUARTO.

Hcp = ALTURA DE CAVIDAD DE PISO:

METODO DE INDICE DE CUARTO.

(I.C.)

$$I_c = \frac{\text{A R E A}}{\text{ALTURA DE CAVIDAD DE CUARTO X (LARGO + ANCHO DEL AREA)}}$$

METODO DE CUERPO 200L.

(R.C.R.)

(ROOM CAVITI RATIO).
(RELACION DE CAVIDAD DE CUARTO).

$$R.C.R. = \frac{S \times \text{ALTURA DE CAVIDAD DE CUARTO X (LARGO + ANCHO)}}{\text{A R E A}}$$

SI ANALIZAMOS LAS DOS ECUACIONES ANTERIORES OBSERVAMOS QUE LA RELACION QUE EXISTE ENTRE ELLAS ES LA SIGUIENTE:

$$R.C.R. = \frac{S}{I_c} \qquad I_c = \frac{S}{R.C.R.}$$

NOTA: EL METODO DE INDICE DE CUARTO ES UN METODO ANTIGÜO, PERO SIN EMBARGO ES NECESARIO CONOCERLO YA QUE TODAVIA EXISTE INFORMACION DE TABLAS DE COEFICIENTES DE UTILIZACION DADAS POR ESTE METODO.

PARA CONOCER CUAL DE ESTOS DOS METODOS DEBEMOS UTILIZAR, ES NECESARIO CONTAR CON LA INFORMACION TECNICA DEL FABRICANTE DE LUMINARIOS Y OBSERVAR POR QUE METODO ESTAN DADOS LOS COEFICIENTES DE UTILIZACION.

NOTA: EL VALOR ENCONTRADO POR CUALQUIERA DE LOS DOS METODOS NO ES EL VALOR DEL C.U., CON ESTE VALOR NOS UBICAMOS EN LA TABLA DE COEFICIENTES DE UTILIZACION DEL LUMINARIO ESCOGIDO, ASI COMO LOS VALORES PREESTABLECIDOS DE REFLECTANCIAS DE PISO, TECHO Y PARED.

SI OBSERVAMOS LA TABLA DE COEFICIENTES DE UTILIZACION DE ESTE LUMINARIO, LOS VALORES QUE APARECEN EN ELLA ESTAN DADOS POR EL METODO DE CAVIDAD ZONAL, POR LO TANTO:

$$R.C.R. = \frac{5 (Hcc) (LARGO + ANCHO)}{A R E A}$$

SUSTITUYENDO VALORES EN LA ECUACION:

$$R.C.R. = \frac{5 (6.60) (54.95 + 16.10)}{884.7}$$

$$R.C.R. = 2.65$$

CON ESTE VALOR Y LOS DE LAS REFLECTANCIAS DE PISO 20%, TECHO 30% Y PARED 10%, ENTRAMOS EN LA TABLA DE C.U. DEL LUMINARIO.

TALA DE CONCEPTOS DE UTILIZACION.

CATALOGO NUMERO 2910

PISO 20%.								0%
TECHO 70%.								0%
PARED 50%.		30%	10%	50%	30%	0%	0%	
	0	.98	.98	.98	.88	.88	.88	.82
	1	.91	.89	.87	.83	.82	.81	.76
	2	.85	.81	.79	.79	.76	.74	.71
R	3	.79	.75	.72	.74	.71	.68	.66
C	4	.74	.69	.65	.69	.66	.63	.61
R	5	.69	.64	.60	.65	.61	.59	.56
	6	.64	.59	.56	.61	.57	.54	.53
	7	.60	.55	.51	.57	.53	.50	.49
	8	.56	.51	.47	.54	.50	.47	.45
	9	.52	.47	.44	.50	.46	.43	.42
	10	.47	.42	.38	.45	.41	.38	.36

***MATERIA DE CUBIERTA ZONA.**

CONOCIENDO EL VALOR DE CAVIDAD ZONAL PROCEDEMOS A INTERPOLAR
 LOS VALORES OBTENIDOS DE LA TABLA DEL LUMINARIO ENTRE 2 Y 3.

2		0.74
	2.65	
3		0.69
<hr/>		
-1	-0.65	0.05

$$-1 \text{ ----- } 0.05$$

$$-0.65 \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{-0.65 \times 0.05}{-1}$$

$$X = 0.0325$$

DE DONDE:

$$\begin{array}{r} 0.7400 \\ - 0.0325 \\ \hline 0.7070 \end{array}$$

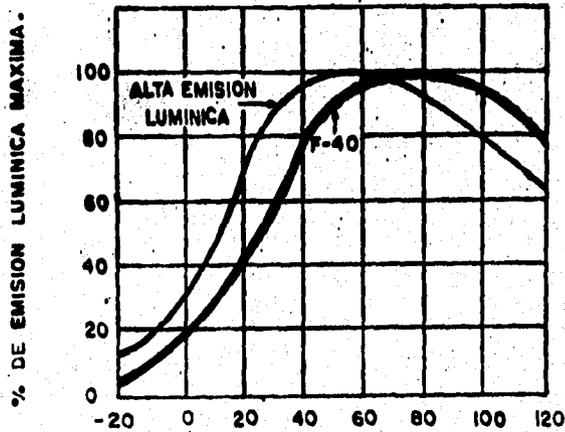
$$C.U. = 0.7070$$

**EFECTOS DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO.
FACTORES DE CORRECCION.**

1.-TEMPERATURA AMBIENTE.-COMO YA SE MENCIONO ANTERIORMENTE ESTE FACTOR NO AFECTA A LAS LAMPARAS DEL TIPO H.I.D., POR LO QUE PARA NUESTRO CALCULO TOMAREMOS UN VALOR UNITARIO.

SI SE HUBIESE TRATADO DE LAMPARAS FLUORESCENTES, DEBERIAMOS HABER UTILIZADO LA GRAFICA (1).

**CAMBIO EN EL RENDIMIENTO LUMINICO CON LA TEMPERATURA AMBIENTE DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.
SERVICIO EN EL AIRE CALIENTE**



TEMPERATURA AMBIENTE EN GRADOS
FAHRENHEIT.

-29 -18 -7 5 16 27 38 49

TEMPERATURA AMBIENTE EN GRADOS
CENTIGRADOS.

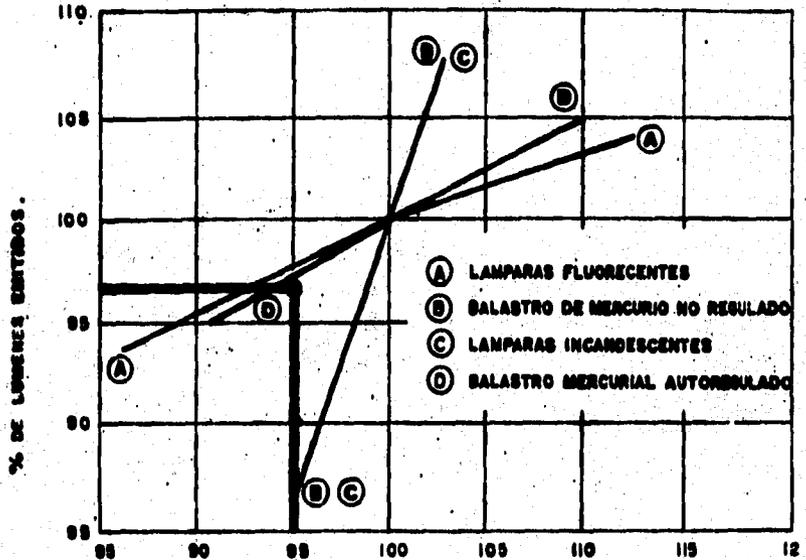
GRAFICA (1)

3.- TENSION DE ALIMENTACION.

PARA DETERMINAR ESTE FACTOR UTILIZAREMOS LA GRAFICA (2).

EL VALOR DE ESTE FACTOR ES: 0.975

CAMBIO DEL RENDIMIENTO LUMINOSO DEBIDO A CAMBIOS EN TENSION.



% DE LA TENSION (VULTO) DE LA LAMPARA O BALASTRO.

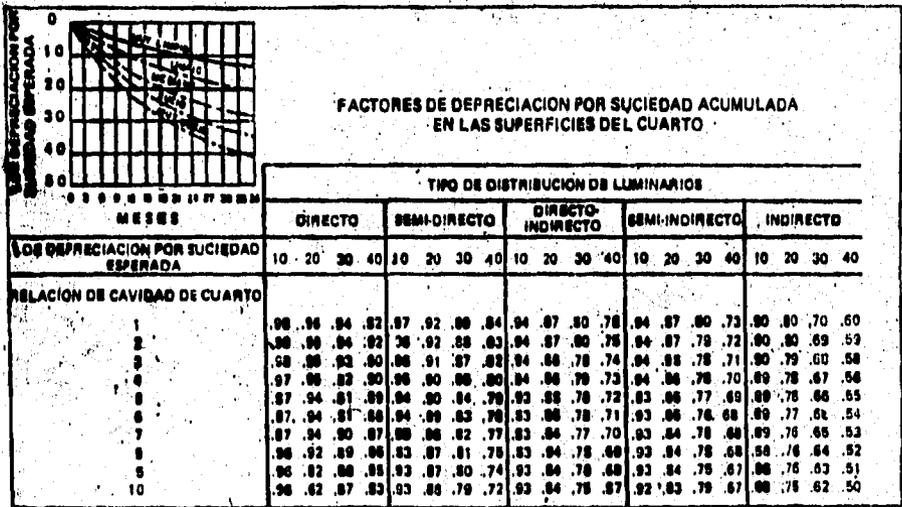
GRAFICA.-(2)

3.- FACTOR DE BALASTRO.-COMO SE MENCIONO ANTERIORMENTE EL VALOR DE ESTE POR NORMA ES:

4.-DEPRECIACION EN LAS SUPERFICIES DEL LUMINARIO.-ESTE FACTOR ES MUY DIFICIL DE DEFINIR, YA QUE SE REFIERE A LOS DAÑOS OCASIONADOS POR EL USO EN LAS SUPERFICIES DEL LUMINARIO Y OTROS COMPONENTES TALES COMO: PINTURA, REFRACTOR REFLECTOR, POR LO QUE SE DIO UN VALOR UNITARIO.

FACTORES DE DEPRECIACION.

5.-DEPRECIACION POR SUCIEDAD ACUMULADA EN LAS SUPERFICIES DEL CUARTO.-PARA PODER DETERMINAR ESTE FACTOR ES NECESARIO UTILIZAR LA GRAFICA (3).



GRAFICA.-(3)

PRIMERO UTILIZAREMOS LA GRAFICA DEL ANGULO SUPERIOR IZQUIERDO, QUE A CONTINUACION SE MUESTRA PARA ENCONTRAR EL PORCIENTO DE DEPRECIACION POR SUCIEDAD ESPERADA, TOMANDO COMO BASE UN AÑO (12 MESES). EL VALOR ENCONTRADO ES DE: 0.9568.

D I R E C T O

% DE DEPRECIACION POR SUCIEDAD ESPERADA	10	18	20
RELACION DE CAVIDAD DE CUARTO.			
R.C.R.			
2	0.98		0.96
2.65	0.98	0.9747	0.9535
3	0.98		0.95

INTERPOLANDO:

2		0.96
	2.65	
3		0.95
-1	-0.65	0.01

$$-1 \text{ ————— } 0.01$$

$$-0.065 \text{ ————— } X$$

$$X = \frac{-0.65 \times 0.01}{-1} = \frac{-0.0065}{-1}$$

$$X = 0.0065$$

$$\begin{array}{r}
 0.96 \\
 - (0.0065) \\
 \hline
 0.9535
 \end{array}$$

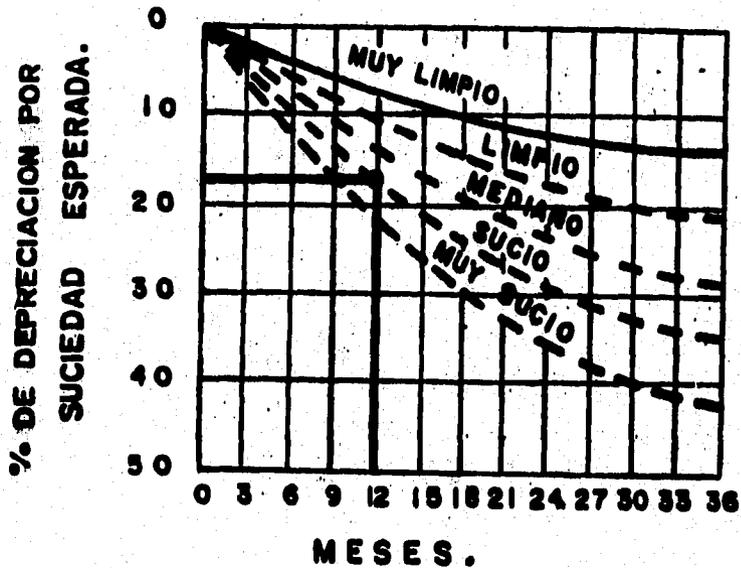
10		0.9800
	18	
20		0.9535
-10	-8	0.0265

$$\begin{array}{r}
 -10 \quad \text{-----} \quad 0.0265 \\
 -8 \quad \text{-----} \quad X
 \end{array}$$

$$X = \frac{-8 \times 0.0265}{-10} = \frac{-0.212}{-10}$$

$$X = 0.0212$$

$$\begin{array}{r}
 0.9800 \\
 -(0.0212) \\
 \hline
 0.9588
 \end{array}$$



CON ESTE VALOR (18%), EL DE LA RELACION DE CAVIDAD DE CUARTO Y LA CLASIFICACION DEL LUMINARIO DE ACUERDO AL % DE DISTRIBUCION DE SU FLUJO LUMINOSO HACIA ARRIBA Y ABAJO DE LA HORIZONTAL QUE PASA POR EL CENTRO FOCAL DEL LUMINARIO. (VER PAGS. 89-93).

CLASIFICACION DEL LUMINARIO = DIRECTO.

R.C.R. = 2.65

CONOCIDOS TODOS LOS VALORES, LOS SUSTITUIMOS EN LA ECUACION DEL METODO DE LUMEN:

$$N' = \frac{E \times \text{AREA}}{\text{LUMENES} \times \text{LUMINARIO} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}}$$

$$N' = \frac{600 \times 884.7}{2 \times 22500 \times 0.7070 \times 0.59}$$

$$N' = \frac{530820}{18770.65} = 28.28 = 29.$$

LOCALIZACION DE LOS LUMINARIOS.

PARA PODER LOCALIZAR NUESTROS LUMINARIOS ES NECESARIO CONOCER SI SE CUMPLE CON NO REBASAR EL ESPACIAMIENTO MAXIMO RECOMENDADO POR EL FABRICANTE DEL LUMINARIO.

SMAX = FACTOR PROPORCIONADO POR Hcc.
POR EL FABRICANTE.

DONDE:

SMAX = ESPACIAMIENTO MAXIMO ENTRE CENTRO DE LUMINARIOS.

Hcc = ALTURA DE CAVIDAD DE CUARTO (ALTURA DEL CENTRO FOCAL DEL LUMINARIO AL PLANO DE TRABAJO).

FACTOR DE ESPACIAMIENTO MAXIMO; VER PAG 156.

$$S_{MAX} = 1.0 \times 6.60 = 6.60 \text{ mts.}$$

PARA DETERMINAR EL ESPACIAMIENTO REAL EN UNA DISTRIBUCION UNIFORME DE LUMINARIOS, UTILIZAMOS LA SIGUIENTE ECUACION:

$$S = \sqrt{\frac{A R E A}{N^{\circ} \text{ DEL LUMINARIO}}}$$

DONDE:

S = ESPACIAMIENTO REAL.

$$S = \sqrt{\frac{884.70}{30}}$$

$$S = 5.4304 \text{ mts.}$$

COMO PODEMOS OBSERVAR EL ESPACIAMIENTO REAL ES MENOR AL ESPACIAMIENTO MAXIMO, POR LO CUAL CUMPLE.

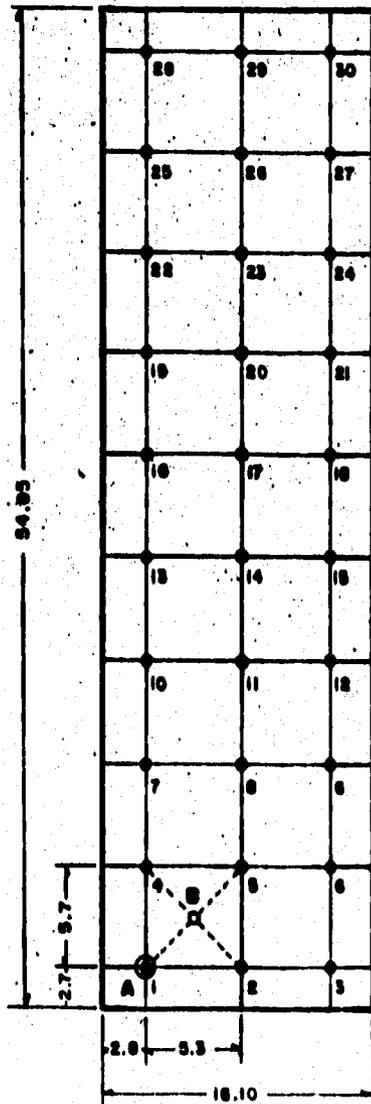
NIVEL DE ILUMINACION DEFINITIVO POR ACOMODO:

$$E = \frac{N^{\circ} \text{ DE LUMINARIOS} \times \text{LUMENES POR LUMINARIO} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}}{A R E A}$$

$$E = \frac{30 \times 2 \times 22500 \times 0.7070 \times 0.59}{884.70} = \frac{563125.50}{884.70}$$

$$E = 636.5 \text{ LUXES PROMEDIO MANTENIDOS.}$$

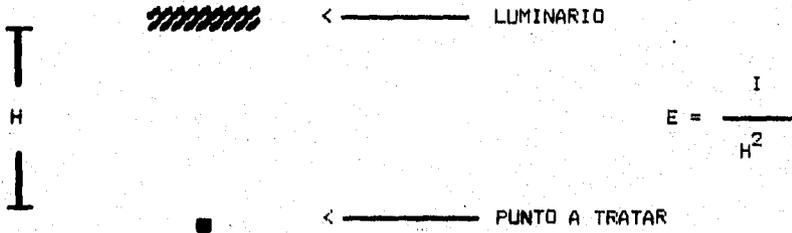
ACOMODO DE LUMINARIOS



ESC. 1: 300
ACOT. EN: MTS

METODO PUNTO POR PUNTO.

ESTE METODO ES COMPLEMENTARIO DEL METODO DE LUMEN Y LO USAMOS PARA COMPROBAR SI SE ESTA CUMPLIENDO CON EL NIVEL DE ILUMINACION RECOMENDADO. ESTE METODO LLAMADO TAMBIEN LEY DE LA INVERSA DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA SE CUMPLE CUANDO SE TRATA DE UNA FUENTE PUNTUAL (LAMPARA) Y LA SUPERFICIE ES PERPENDICULARA LA DIRECCION DEL FLUJO LUMINOSO.



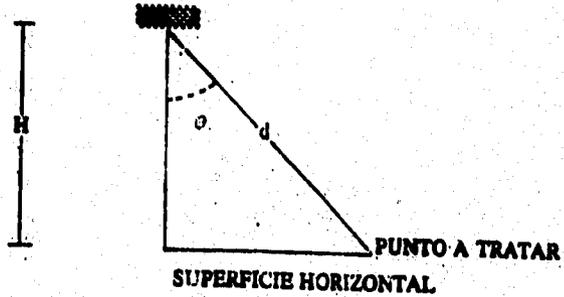
DONDE:

H = ALTURA DEL LUMINARIO AL PUNTO A TRATAR EN METROS.

I = POTENCIA EN CANDELAS.

E = NIVEL DE ILUMINACION EN LUXES.

LEY DEL COSENO.- EN EL CASO ANTERIOR, LA SUPERFICIE ESTABA SITUADA PERPENDICULARMENTE A LA DIRECCION DE LOS RAYOS LUMINOSOS, PERO CUANDO FORMA CON ESTA UN DETERMINADO ANGULO (TETA), LA LEY DE LA INVERSA DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA HAY QUE MULTIPLICARLA POR EL COSENO DEL ANGULO, EN EL CASO DE SUPERFICIES HORIZONTALES COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA.



DONDE:

- H = ALTURA DEL LUMINARIO AL PUNTO A TRATAR EN METROS.
- θ = ANGULO QUE SE FORMA ENTRE LA LINEA VERTICAL QUE PASA DEL LUMINARIO Y LA LINEA DEL LUMINARIO DEL PUNTO A TRATAR
- d = DISTANCIA DEL LUMINARIO AL PUNTO A TRATAR EN METROS.

$$E_H = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2}$$

DONDE:

E_H = NIVEL DE ILUMINARIO EN LUXES SOBRE EL PLANO HORIZONTAL.

I = POTENCIA EN CANDELAS.

H = ALTURA DEL LUMINARIO AL PLANO DE TRABAJO EN METROS.

CALCULO POR EL METODO PUNTO POR PUNTO.

PUNTO A

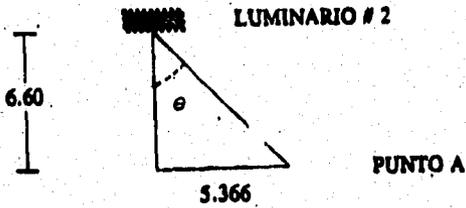
CON EL LUMINARIO No. 1

$$E = \frac{I}{H^2}$$

$$E = \frac{I}{H^2} = \frac{24836}{(6.60)^2} = \frac{24836}{43.56} = 570.16 \text{ LUXES INICIALES}$$

NOTA: LOS VALORES EN CANDELAS UTILIZADOS EN ESTOS CALCULOS ESTAN TOMADOS DE LA CURVA DE DISTRIBUCION DEL LUMINARIO. PAG. 176

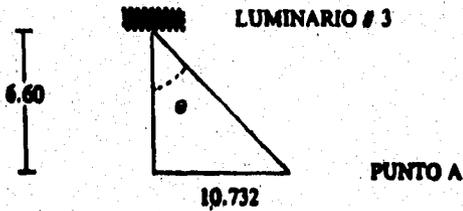
CON EL LUMINARIO No. 2



$$\theta = \text{ANG. Tg}^{-1} \frac{5.366}{6.60} = 0.813$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{9990 \times 0.4671}{43.56} = 107.1 \text{ LUXES INICIALES.}$$

CON EL LUMINARIO No. 3

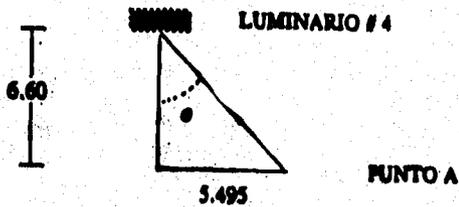


$$\theta = \text{ang. Tg}^{-1} \frac{10732}{6.60} = 1.626$$

$$\theta = 58.40^\circ$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{2910 \times 0.143}{43.56} = 9.55 \text{ LUXES INICIALES.}$$

CON EL LUMINARIO No. 4

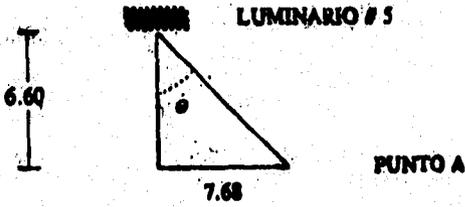


$$\theta = \text{ANG. Tg}^{-1} \frac{5.495}{6.60} = 0.832$$

$$\theta = 39.77^\circ$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{9236 \times 0.4539}{43.56} = 96.2 \text{ LUXES INICIALES.}$$

CON EL LUMINARIO No. 5

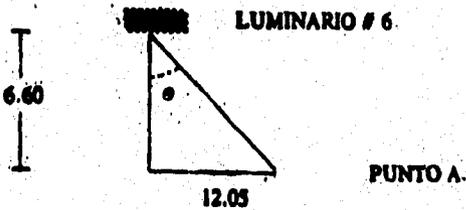


$$\theta = \text{Ang Tg}^{-1} \frac{7.68}{6.60} = 1.163$$

$$\theta = 49.32^\circ$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{5659 \times 0.2768}{43.56} = 36 \text{ LUXES INICIALES.}$$

CON EL LUMINARIO No. 6

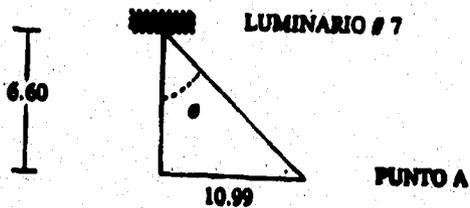


$$\theta = \text{Ang Tg}^{-1} \frac{12.05}{6.60} = 1.83$$

$$\theta = 61.28^\circ$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{2000 \times 0.1108}{43.56} = 5.10 \text{ LUXES INICIALES.}$$

CON EL LUMINARIO No. 7

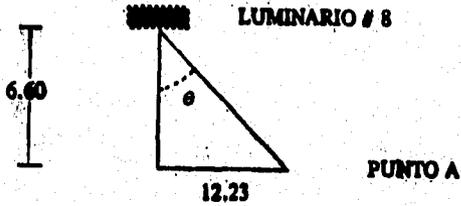


$$\theta = \text{ANG TG}^{-1} \frac{10.99}{6.60} = 1.665$$

$$\theta = 59.01^\circ$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{2587 \times 0.1365}{43.56} = 8.10 \text{ LUXES INICIALES.}$$

CON EL LUMINARIO No. 8

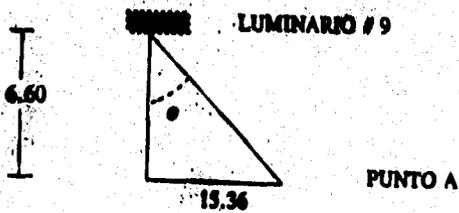


$$\theta = \text{Ang } \text{tg}^{-1} \frac{12.23}{6.60} = 1.853$$

$$\theta = 61.64^{\circ}$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{2000 \times 0.1071}{43.56} = 4.9 \text{ LUXES INICIALES.}$$

CON EL LUMINARIO No. 9



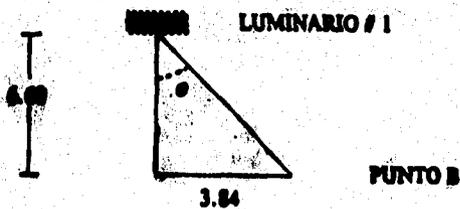
$$\theta = \text{Ang Tg}^{-1} \frac{15.36}{6.60} = 2.327$$

$$\theta = 61.64^\circ$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{836 \times 0.0615}{43.56} = 1.2 \text{ LUXES INICIALES.}$$

FIGURA 2.

CON EL LUMINARIO No. 1



$$\theta = \text{Ang Tg}^{-1} \frac{3.84}{6.60} = 0.58$$

$$\theta = 30.19^\circ$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{17340 \times 0.6457}{43.56} = 257 \text{ LUXES INICIALES.}$$

SI VEMOS LOS LUMINARIOS NUMERO 2, 4, Y 5, SE ENCUENTRAN A LA MISMA DISTANCIA QUE EL LUMINARIO NUMERO 1.

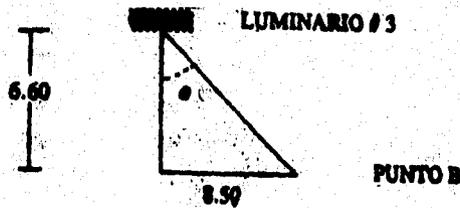
POR LO QUE :

CON EL LUMINARIO NUMERO 2 = 257 LUXES INICIALES.

CON EL LUMINARIO NUMERO 4 = 257 LUXES INICIALES.

CON EL LUMINARIO NUMERO 5 = 257 LUXES INICIALES.

CON EL LUMINARIO No. 3



$$\phi = \text{Ang Tg}^{-1} \frac{8.50}{6.60} = 1.29$$

$$\phi = 52.17^{\circ}$$

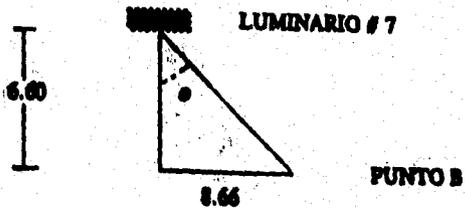
$$E = \frac{I \cos^3 \phi}{H^2} = \frac{4759 \times 0.2306}{43.56} = 25.2 \text{ LUXES INICIALES.}$$

SI VEMOS EL LUMINARIO NUMERO 6, SE ENCUENTRA A LA MISMA DISTANCIA QUE EL LUMINARIO NUMERO 3.

POR LO QUE:

CON EL LUMINARIO NUMERO 6= 25.2 LUXES INICIALES.

CON EL LUMINARIO No. 7



$$\phi = \text{Ang Tg}^{-1} \frac{8.66}{6.60} = 1.31$$

$$\phi = 52.68^\circ$$

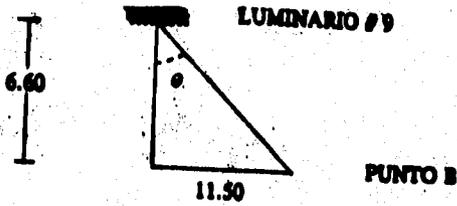
$$E = \frac{I \cos^3 \phi}{H^2} = \frac{4759 \times 0.2227}{43.56} = 24.3 \text{ LUXES INICIALES.}$$

SI VEMOS EL LUMINARIO NUMERO 8, SE ENCUENTRA A LA MISMA DISTANCIA QUE EL LUMINARIO NUMERO 7.

POR LO QUE:

CON EL LUMINARIO NUMERO 8= 24.3 LUXES INICIALES.

CON EL LUMINARIO No. 9

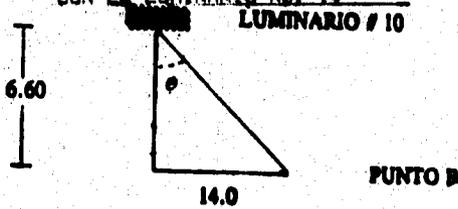


$$\theta = \text{Ang Tg}^{-1} \frac{11.30}{6.60} = 1.74$$

$$\theta = 60.14^\circ$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{2264 \times 0.1233}{43.56} = 6.4 \text{ LUXES INICIALES.}$$

CON EL LUMINARIO No. 10



$$\theta = \text{Ang Tg} \frac{14.0}{6.60} = 2.12$$

$$\theta = 64.75^\circ$$

$$E = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} = \frac{942 \times 0.0775}{43.56} = 1.7 \text{ LUXES INICIALES.}$$

TABLA DE VALORES EN LINEAS INICIALES DE LAS FORTES TRATADAS.

LEONARDO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	20	TOTAL
JUNIO													
1	870	109	9.6	96	36	3.1	0.2	4.0	1.2	-	-	-	837.9
2	257	237	20.2	237	237	20.2	24.3	24.3	6.6	1.7	-	-	1120.1
TOTAL													1972

$$E \text{ PROMEDIO INICIAL} = \frac{1973}{2} = 986.5 \text{ LUXES INICIALES.}$$

PARA ESTE CALCULO SOLO SE TRATARON DOS PUNTOS (A,B) Y PARA LOS CASOS MAS CRITICOS COMO SON LAS ORILLAS, LO IDEAL ES CALCULAR LA MAYOR CANTIDAD DE PUNTOS PARA CONOCER UN VALORLO MAS REAL POSIBLE.

COMO SE MENCIONO ANTERIORMENTE LOS VALORES OBTENIDOS ESTAN DADOS EN LUXES PROMEDIO INICIALES (COMO SI SE TRATARA DE UNA INSTALACION NUEVA), PARA OBTENERLOS MANTENIDOS ES NECESARIO AFECTARLOS POR EL FACTOR DE MANTENIMIENTO.

DONDE:

$$E \text{ PROMEDIO MANTENIDO} = E \text{ PROMEDIO INICIAL} \times F. M.$$

$$E = 986.5 \times 0.59 = 582.035 \text{ LUXES PROMEDIO MANTENIDOS.}$$

CAPITULO NUMERO 10.

ALUMBRADO EXTERIOR

CLASIFICACION DE AREAS.

(I. B. S.)

COMERCIAL: AQUELLA PORCION DE UNA MUNICIPALIDAD EN UN DESARROLLO COMERCIAL, EN DONDE ORDINARIAMENTE HAY UN GRAN NUMERO DE TRANSEUNTES DURANTE LAS HORAS ACTIVAS DEL COMERCIO. ESTA DEFINICION SE APLICA A AREAS CON UN DESARROLLO COMERCIAL MUY DENSO EN LAS AFUERAS, ASI COMO EN LA PROPIA PARTE CENTRAL DE LA MUNICIPALIDAD. ESTAS ZONAS TIENEN INSTALACIONES TALES QUE ATRAEN UN RELATIVO ALTO VOLUMEN, TANTO DE TRAFICO VEHICULAR COMO PEATONAL, EN CONDICIONES MUY FRECUENTES.

RESIDENCIAL: AQUELLA PORCION DE UNA MUNICIPALIDAD CARACTERIZADA POR UNA ACTIVIDAD DE TRANSEUNTES NOCTURNOS, MODERADAMENTE PESADA, TALES COMO AQUELLOS EN UNA CUADRA EN QUE HAYA BIBLIOTECAS, CENTROS RECREATIVOS DE LA COMUNIDAD, GRANDES EDIFICIOS DE PARTAMENTALES O TIENDAS DE MENUDEO EN EL VECINDARIO.

RESIDENCIAL: UN DESARROLLO O FRACCIONAMIENTO RESIDENCIAL, O UNA COMBINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES O RESIDENCIALES, CARACTERIZADOS POR UN BAJO TRAFICO DE TRANSEUNTES NOCTURNOS.

ESTA DEFINICION ABARCA AREAS CON CASAS PARTICULARES DE UNA SOLA FAMILIA, CASAS RUSTICAS Y/O, EDIFICIOS DE DEPARTAMENTOS PEQUEÑOS.

RESIDENCIAL: CAMPO ABIERTO SIN O CASI NINGUN DESARROLLO COMERCIAL O RESIDENCIAL.

CLASIFICACION DE CARRETERAS.

AVENIDA (AVENUE): ES UNA CARRETERA PRINCIPAL DE VARIOS CARRILES EN AMBOS SENTIDOS, CON CAMELLON CENTRAL, CON UN COMPLETO CONTROL DE ACCESO A LA MISMA Y NINGUN CRUCE A SU MISMO NIVEL. ESTA DEFINICION ES APLICABLE A LA CARRETERA DE CUOTA.

VIA RAPIDA (EXPRESSWAY): ES UNA CARRETERA PRINCIPAL DE ALTA VELOCIDAD, CON CAMELLON CENTRAL CON UN CONTROL PARCIAL DE SU ACCESO Y GENERALMENTE CON INTERCAMBIOS A OTRAS CARRETERAS PRINCIPALES QUE LA CRUZAN. LAS VIAS RAPIDAS QUE TIENEN UN TRAFICO DE TIPO NO COMERCIAL Y QUE ESTAN DENTRO DE LOS PARQUES O EN AREAS SEMEJANTES SON CONOCIDAS COMO ***BOULEVARES*** (CAMINOS FLANQUEADOS POR ARBOLES).

CAMINO PRINCIPAL (TRUNK): ES LA PARTE DE UN SISTEMA CARRETERO QUE SIRVE COMO RED PRINCIPAL DE FLUJO DE TRAFICO PARA UNIR VIAS RAPIDAS.

ESTAS RUTAS CONECTAN AREAS QUE GENERAN GRAN VOLUMEN DE TRAFICO, Y A CAMINOS VECINALES O RURALES DE IMPORTANCIA QUE ENTREN A LAS CIUDADES.

CAMINO SECUNDARIO (COLLECTOR): SON LOS DISTRIBUIDORES O CAMINOS SECUNDARIOS QUE SIRVEN PARA CONECTAR EL TRAFICO ENTRE CAMINOS PRINCIPALES Y LOCALES. ESTAS SON CARRETERAS USADAS PRINCIPALMENTE POR MOVIMIENTO DE TRAFICO DENTRO DE AREAS RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y COMERCIALES.

CAMINO LOCAL (LOCAL): CARRETERAS USADAS PRIMARIAMENTE PARA UN ACCESO DIRECTO A PROPIEDADES RESIDENCIALES, COMERCIALES, INDUSTRIALES Y RIVERENAS. ESTA NO INCLUYE TRAFICO DIRECTO (SIN SENALES). LOS CAMINOS LOCALES SON MUY LARGOS, DEBERAN GENERALMENTE DIVIDIRSE EN SECCIONES MAS CORTAS POR MEDIO DE UN SISTEMA DE CAMINOS SECUNDARIOS.

CAMINO LATERAL (ALLEYS): SON CAMINOS ANGOSTOS PUBLICOS LIMITADOS A UN LARGO DE UNA CUADRA Y GENERALMENTE ISADOS PARA EL ACCESO VEHICULAR A LA PARTE POSTERIOR DE PROPIEDADES RIBERENAS O SUBURBANAS.

TABLA No. 6 RECOMENDACIONES DE ELEVACION EN LINEA FREONTE MANTENIDA EN EL PLANO HORIZONTAL PARA CAMINOS PEATONALES. (I.E.S)

CALIFICACION DE ACCESOR Y CAMINO PARA BICICLETAS	NIVELES PROMEDIO	NIVELES PROMEDIO DE SEGURIDAD PEATONAL	
		ALTURA DE MONTAJE DEL LIMITE 10, 0 A 5 Mts.	ALTURA DE MONTAJE DEL LIMITE 5 A 10 Mts.
ESCALERAS Y CAMINOS		TIPO 40+ PARA BICICLETAS	
AREAS COMERCIALES	10	22	20
AREAS INMERCIALES	6	11	22
AREAS RESIDENCIALES	2	4	5
ACCESORES DE CARRETERAS (CALLES) Y CAMINOS TIPO 40+ PARA BICICLETAS			
ACCESORES EN PARQUES RECREATIVOS Y CAMINOS PARA BICICLETAS	5	6	11
TUNELES PEATONALES	40	24	---
PASEOS PEATONALES ELEV.	6	4	---
ESCALERAS PEATONALES	6	5	--

A LOS CRUCES DE PEATONES A LA MITAD DE UNA CUADRA O EN LA INTERSECCION DE CALLE SE LES DEBERA PROPORCIONAR UNA ILUMINACION ADICIONAL DE 1.5 A 2 VECES EL NIVEL DE ILUMINACION UTILIZADO EN DICHA CALLE.

CLASIFICACION DE CAMINOS PEATONALES PARA BICICLETAS.

(I. E. S.)

ARROYOS: AREAS PAVIMENTADAS O DE ALGUNA OTRA FORMA PREPARADAS PARA EL TRAFICO DE PEATONES. LOCALIZADOS EN LAS CALLES PARA EL PUBLICO Y QUE TAMBIEN PUEDEN TENER ARROYOS PARA TRAFICO VEHICULAR.

CAMINO PEATONAL: UN CAMINO PUBLICO PARA EL TRAFICO DE PEATONES Y QUE NO NECESARIAMENTE VAYA COLINDADO CON UNA CARRETERA DE TRAFICO VEHICULAR. SE INCLUYEN AQUI LOS PASOS ELEVADOS PEATONALES (SKYWALKS) Y LOS PASOS A DESNIVEL PEATONALES (SUBWALKS). ANDADORES QUE DAN ACCESO A PARGUES O CALLES INTERIORES Y A CRUCES ENTRE CALLES A MITAD DE CUADRA.

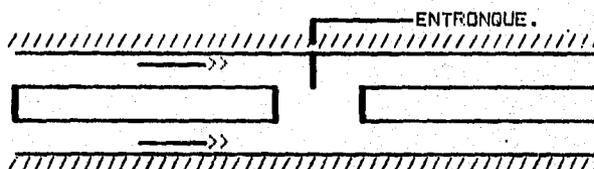
ENTRANQUE AISLADO: UN CRUCE DE CARRETERAS SEPARADO Y A NIVEL, EL CUAL NO ES PARTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO CONTINUO.

CRUCE DE CAMINOS O INTERSECCION: ES EL AREA GENERAL EN DONDE DOS O MAS CARRETERAS NO ILUMINADAS EN FORMA CONTINUA SE UNEN O CRUZAN A UN MISMO NIVEL. ESTA AREA INCLUYE A LA CARRETERA Y A LAS INSTALACIONES PREVISTAS A LOS LADOS PARA EL MOVIMIENTO DEL TRAFICO EN LA MISMA. HAY UN TIPO ESPECIAL DE INTERSECCION CANALIZADA EN LAS CUALES EL TRAFICO ES DIRIGIDO HACIA CARRILES PERFECTAMENTE DEFINIDOS, POR MEDIO DE ISLETAS CON CURVAS PERALTADAS.

CAMINO PARA BICICLETAS: UNA CALLE PUBLICA, UNA VIA O UN SENDERO SEPARADO, IDENTIFICADO COMO UNA INSTALACION DEDICADA AL TRAFICO DE BICICLETAS. ESTOS CAMINOS PARA BICICLETAS PUEDEN CONSISTIR DE LO SIGUIENTE:

1) CAMINO PARA BICICLETA TIPO "A".- UNA VIA ADECUADA DENTRO O ANEXA A UNA CARRETERA PUBLICA O EN EL PROPIO ACOTAMIENTO Y MARCADO COMO PARA TRAFICO DE BICICLETAS.

2) CAMINO PARA BICICLETA TIPO "B".- UNA VIA MEJORADA E IDENTIFICADA PARA EL TRAFICO PUBLICO DE BICICLETAS Y LOCALIZADA LEJOS DE UNA CARRETERA O A SU SISTEMA DE BANQUETAS ADYACENTES.



LOS VALORES RECOMENDADOS EN LAS TABLAS 8 Y 9, REPRESENTAN LA ILUMINACION PROMEDIADA MAS BAJA, QUE ACTUALMENTE SE CONSIDERA APROPIADA PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE CARRETERAS Y ANDADORES. ESTAN CONSIDERADOS CUANDO LOS LUMINARIOS ESTAN EN SU MAS BAJO RENDIMIENTO. CONDICION QUE OCURRE JUSTAMENTE ANTES DEL RECAMBIO DE LAS LAMPARAS Y DE LA LIMPIEZA DEL LUMINARIO.

ES IMPOSIBLE INTENTAR EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO SIN CONOCER CON ANTICIPACION LAS PERDIDAS DE LUZ QUE PUEDEN ESPERARSE, YA QUE LOS VALORES DE LA ILUMINACION SE DEPRECIAN HASTA EN UN 50% O MAS ENTRE LOS CICLOS DE RECAMBIO DE LAS LAMPARAS Y LIMPIEZA DEL LUMINARIO. ES IMPERATIVO EL USO DEL FACTOR DE DEPRECIACION DE LOS LUMENES DE LA LAMPARA (L.L.D.) LOS CUALES SON VALIDOS Y ESTAN BASADOS EN EXPERIENCIAS REALES.

CONTRASTE: LA CALIDAD EN EL ALUMBRADO SE REFIERE A LA RELATIVA HABILIDAD DE LA LUZ DISPONIBLE PARA PROPORCIONAR LAS DIFERENCIAS DE CONTRASTE EN LA ZONA DE VISIÓN, DE TAL MANERA QUE LA GENTE PUEDA HACER UNA IDENTIFICACIÓN RÁPIDA, PRECISA Y CONFORTABLE.

MUCHOS FACTORES SE INTERELACIONAN PARA PRODUCIR UNA ALTA CALIDAD EN LA ILUMINACIÓN, A CONTINUACIÓN APARECEN LOS MÁS IMPORTANTES.

1.) DESLUMBRAMIENTO INCAPACITADOR.- ACTUA REDUCIENDO LA CAPACIDAD DE VER Y SITUAR UN OBJETO; TAMBIÉN SE LE CONOCE COMO "DESLUMBRAMIENTO CEGADOR" O "DESLUMBRAMIENTO ENCUBRIDOR". ESTE DEBERÁ MINIMIZARSE.

2.) EL DESLUMBRAMIENTO REFLEJADO, PUEDE OCULTAR ALGUNAS DIFERENCIAS DE CONTRASTE.

3.) LA LUMINANCIA O BRILLANTEZ DEL PAVIMENTO, SI SE INCREMENTA MEJORARÁ LAS CONDICIONES DE CONTRASTE.

4.) LA LUZ DE LAS SUPERFICIES VERTICALES ES DESEABLE.

5.) LA UNIFORMIDAD TANTO DE LA ILUMINACIÓN HORIZONTAL ASÍ COMO LA LUMINANCIA DEL PAVIMENTO Y OTRAS ÁREAS CIRCUNDANTES, AFECTAN LA CALIDAD.

UNIFORMIDAD: ES LA DISTRIBUCIÓN DEL FLUJO LUMINOSO EQUILIBRADO SOBRE EL PAVIMENTO Y BANQUETAS. SE OBTIENE DE DIVIDIR EL NIVEL DE ILUMINACIÓN PROMEDIO SOBRE LA CARRETERA, ENTRE VALOR MÍNIMO EN LA MISMA.

ESTA RELACIÓN DE PROMEDIO A MÍNIMO NO DEBERÁ EXCEDER 3:1 EN CUALQUIER CARRETERA, CON EXCEPCIÓN DE LAS CALLES LOCALES RESIDENCIALES EN LAS CUALES PUEDE TENER UNA TAN ALTA COMO 6:1

AREAS CON TRAFICO COMPLETO. LOS NIVELES DE ILUMINACION TABLA Mo. 9 SON PARA CARRETERAS PRACTICAMENTE RECTAS Y A UN MISMO NIVEL. LAS INTERSECCIONES, CONVERGENCIAS Y DIVERGENCIAS, SON AREAS QUE REQUIEREN MAYOR ILUMINACION. LOS NIVELES DE ILUMINACION DENTRO DE ESTAS AREAS, DEBERAN SER POR LO MENOS, IGUAL A LA SUMA DE LOS VALORES RECOMENDADOS PARA CADA UNA DE LAS CARRETERAS QUE FORMAN LA INTERSECCION.

AREAS ADYACENTES A LAS CARRETERAS. ES DESEABLE EL AMPLIAR EL ANGOSTO CAMPO VISUAL DENTRO DE LA ZONA PERIFERICA, CON EL PROPOSITO DE QUE SE REVELEN LOS OBJETOS Y FACILITAR LA ADAPTACION DEL OJO. ESTE TAMBIEN AUMENTA LA PROFUNDIDAD DE PERCEPCION Y PERSPECTIVA, POR LO QUE FACILITA EL JUICIO DE VELOCIDAD, DISTANCIA, TAMAÑO, ETC. LA ILUMINACION DEBERA DISMINUIR EN FORMA GRADUAL, SEGUN SEA MAYOR LA DISTANCIA A LA CARRETERA.

LAS AREAS ADYACENTES A LAS CARRETERAS Y A ALGUNOS CAMELLONES SON COMUNMENTE ARREGLADOS COMD JARDINES, O SEA AREAS ATRACTIVAS. POR LO QUER TANTO SU APARIENCIA ESTETICA TANTO DE DIA COMO DE NOCHE, PODRA REALIZARSE CON EL PROPIO ALUMBRADO DE LA CARRETERA.

ESTO DEBERA SER CONSIDERADO EN EL MOMENTO DE HACER EL DISEÑO DEL SISTEMA Y ES UN FACTOR A CONSIDERAR EN LA PLANEACION DE LA ILUMINACION Y EN LA SELECCION DEL LUMINARIO.

LUMINARIOS PARA ESTRECHOS. LOS LUMINARIOS TIENEN POR OBJETO DIRIGIR SOBRE LA CALZADA, CON EL MINIMO DE PERDIDAS, EL FLUJO LUMINOSOS EMITIDO POR LAS LAMPARAS Y PROTEJER INTEMPERIE.

PARA SU SELECCION SE DEBERA TOMAR EN CUENTA:

- A).-LAMPARA A UTILIZAR.
- B).-SUS CARACTE
- C).-SU HERMETICIDAD.
- D).-SU RESISTENCIA A LOS AGENTES ATMOSFERICOS.
- E).-SU FACILIDAD DE INSTALACION Y CONSERVACION.
- F).-SU COSTO.
- G).-SU ESTETICA.

EL PROYECTISTA DEBE ESCOGER EL LUMINARIO MAS ADECUADO PARA LA INSTALACION TENIENDO EN CUENTA AQUELLOS FACTORES DE MAYOR IMPORTANCIA EN CADA CASO.

LOS LUMINARIOS DEBERAN CUMPLIR LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

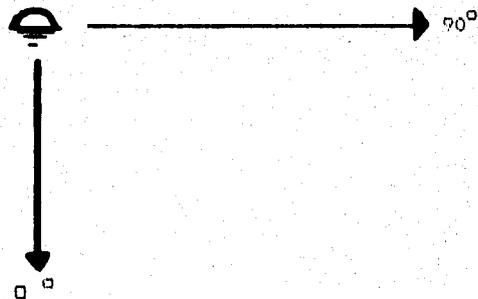
- A).-SER FACILES DE MONTAR, DESMONTAR Y LIMPIAR.
- B).-ASEGURAR UNA COMODA Y FACIL REPOSICION DE LA LAMPARA Y EN CASO DE QUE SE INSTALEN LOS ACCESORIOS DEL MISMO EN SU INTERIOR, PERMITIR UN ADECUADO ACCESO A LOS MISMOS.
- C).-PROTEGER A LA LAMPARA Y A SUS ACCESORIOS DE LA HUMEDAD Y DEMAS AGENTES ATMOSFERICOS.
- D).-PROTEGER A LA LAMPARA DENTRO DE LO POSIBLE DEL POLVO Y DE EFECTOS MECANICOS.

CARACTERISTICAS FOTOMETRICAS. CLASIFICACION DE LOS LUMINARIOS DE ACUERDO AL CONTROL DE LA DISTRIBUCION DE FLUJO LUMINOSO. ESTA CLASIFICACION SE DIVIDE EN TRES CATEGORIAS:

CUTOFF.-SE DEFINE COMO CUTOFF CUANDO LAS CANDELAS A 90° NO EXEDEN DEL 10% DE LA POTENCIA MAXIMA.

SEMI-CUTOFF.-A 90° NO DEBERAN EXEDER DEL 10% DE LA POTENCIA MAXIMA Y A 80° DEL 20% DE LA POTENCIA MAXIMA.

NON-CUTOFF.-LA INTENSIDAD LUMINOSA ARRIBA DE LOS 80° CON RESPECTO A LA VERTICAL NO TIENE LIMITACION.



CLASIFICACION DE LOS LUMINARIOS DE ACUERDO A SU CURVA DE DISTRIBUCION VERTICAL. ESTA CLASIFICACION ESTA DIVIDIDA EN TRES GRUPOS.

CERCA.—CUANDO LA MAXIMA POTENCIA EN CANDELAS CAE ENTRE 1.0 Y 2.25 VECES LA ALTURA DE MONTAJE DEL LUMINARIO EN EL SENTIDO LONGITUDINAL DE LA CALLE.

NECIA.—CUANDO LA POTENCIA M,AXIMA EN CANDELAS CAE ENTRE 2.25 Y 3.75 VECES LA ALTURA DE MONTAJE DEL LUMINARIO EN EL SENTIDO LONGITUDINAL DE LA CALLE.

LUNA.—CUANDO LA POTENCIA MAXIMA EN CANDELAS CAE ENTRE 3.75 Y 6.0 VECES LA ALTURA DE MONTAJE DEL LUMINARIO EN EL SENTIDO LONGITUDINAL DE LA CALLE.

CLASIFICACION DE LOS LUMINARIOS DE ACUERDO A SU CURVA DE DISTRIBUCION LUMINOSA HORIZONTAL O LATERAL. ESTA CLASIFICACION SE DIVIDE EN DOS GRUPOS Y CINCO TIPOS:

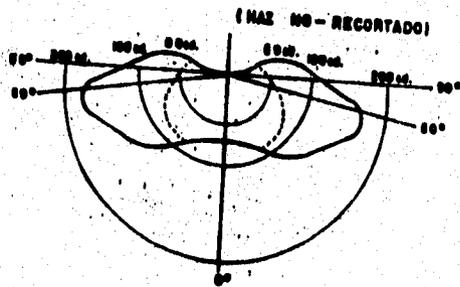
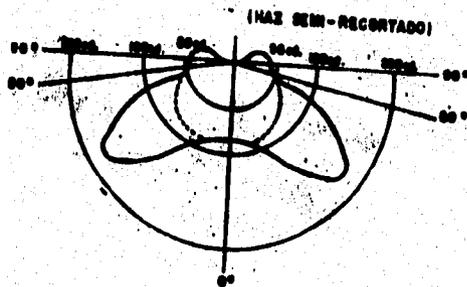
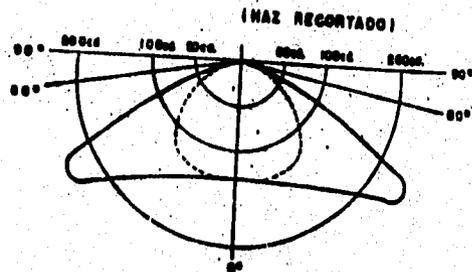
UN GRUPO ESTA BASADO EN LA LOCALIZACION DEL LUMINARIO EN O CERCA DEL CENTRO DE LA CALLE (CAMELLON) Y EL OTRO GRUPO LA LOCALIZACION DEL LUMINARIO SE ENCUENTRA CERCA O A UN LADO DE LA CALLE (ACERA).

PARA PODER ENTENDER LO ANTES MENCIONADO SE ANEXAN DIBUJOS.

TIPO I.—CUANDOLA PROYECCION DE LA MITAD DE LA POTENCIA MAXIMA SE ENCUENTRA O CAE HASTA 1.0 VECES LA ALTURA DE MONTAJE DEL LUMINARIO EN EL SENTIDO TRANSVERSAL DE LA CALLE, TANTO DEL LADO CALLE COMO DEL LADO CASA.

TIPO II.—CUANDO LA PROYECCION DE LA MITAD DE LA POTENCIA M,AXIMA SE ENCUENTRA O CAE HASTA 1.75 VECES LA ALTURA DE MONTAJE DEL LUMINARIO EN EL SENTIDO TRANSVERSAL DE LA CALLE.

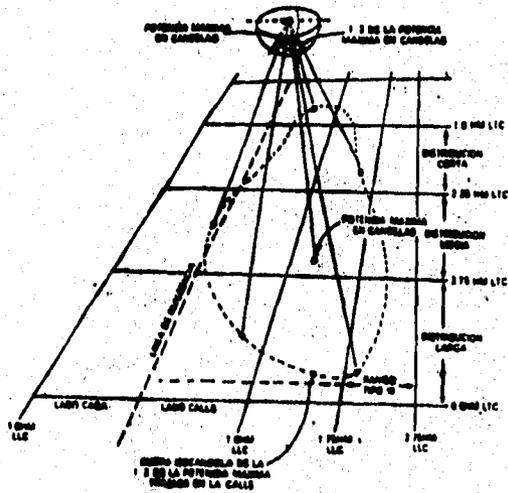
TIPO III.—CUANDO LA PROYECCION ANTES MENCIONADA SE ENCUAENTRA ENTRE 1.75 Y 2.75 VECES LA ALTURA DE MONTAJE.



TIPO IV.—CUANDO SE LOCALIZA DE 2.75 VECES LA ALTURA DE MONTAJE O MAS.

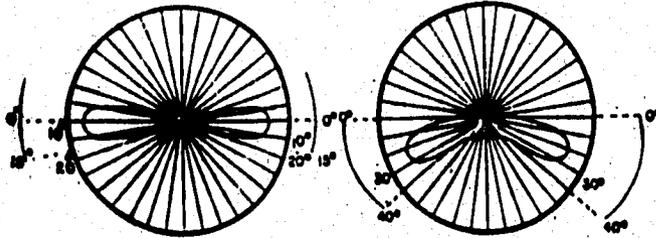
TIPO V.—CUANDO SU CURVA DE DISTRIBUCION LATERAL ES SIMETRICA (CIRCULAR).

SEANDO DETERMINADA LA POSICION DE LA POTENCIA MENOS Y LA CURVA SIMETRICA DE LA MITAD DE LA POTENCIA MAS PARA LA DETERMINACION DEL TIPO IV.



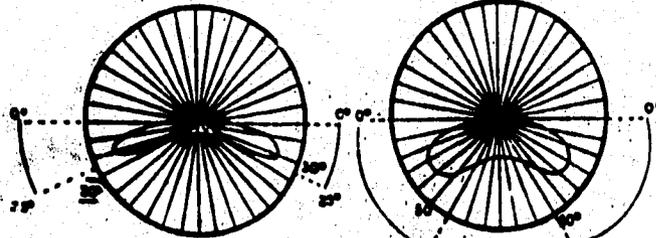
- HIC.** ALTURA DE MONTAJE.
- LTC.** LINEA TRANSVERSAL DE LA CALLE.
- LLC.** LINEA LONGITUDINAL DE LA CALLE.

CLASIFICACION TIPO PARA LOS LINEAMIENTOS DE ALABADOS PULCRON.



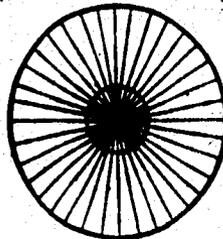
TIPO I
ANCHO RECOMENDADO 15
RANGO ACEPTABLE DE 10
A MENOS DE 20

TIPO II
ANCHO RECOMENDADO 40
RANGO ACEPTABLE DE 30
A MENOS DE 50



TIPO III
ANCHO RECOMENDADO 25
RANGO ACEPTABLE DE 20
A MENOS DE 35

TIPO IV
ANCHO RECOMENDADO 50
RANGO ACEPTABLE DE 50
O MAS ANCHO



TIPO V

SUSTENTACION DE LOS LUMINARIOS.

LOS SISTEMAS DE SUSTENTACION DE LOS LUMINARIOS MAS UTILIZADOS EN EL ALUMBRADO PUBLICO SON LOS SIGUIENTES:

- A).-SUSPENSION POR CABLES.
- B).-FIJACION EN POSTES POR MEDIO DE BRAZOS.
- C).-FIJACION POR MEDIO DE BRAZOS ADOBADOS A MUROS.
- D).-ALTO MONTAJE.

ALUMBRADO POR CABLES.—ESTE SISTEMA ES POCO RECOMENDABLE BAJO EL PUNTO DE VISTA ESTETICO, DE LA CALIDAD DE ILUMINACION Y DE CONSERVACION DE LA INSTALACION, PERO SE ADAPTA EN ALGUNOS CASOS POR RAZONES DE TIPO ECONOMICO (EN EUROPA PRINCIPALMENTE) POR LA VENTAJA QUE REPRESENTA EL QUE LA INSTALACION DE ALUMBRADO NO OBSTRUYA LA VIA PUBLICA.

DE LOS INCONVENIENTES INDICADOS, SE SEÑALA QUE TANTO LOS LUMINARIOS COMO LOS CABLES QUE LO SOSTIENEN HACEN DESMERECEER EL ASPECTO ESTETICO DE LA VIA Y LAS OSCILACIONES DE LOS LUMINARIOS DEBIDAS A LA ACCION DEL VIENTO, PUEDEN PRODUCIR SERIAS MOLESTIAS A LOS USUARIOS DE LA VIA PUBLICA Y A LOS VECINOS DE LOS EDIFICIOS. A CAUSA DE ESTAS OSCILACIONES, EXISTE UNA GRAN POSIBILIDAD DE QUE LAS LAMPARAS DE DESCARGA NO ALCANCEN SU VIDA MEDIA.

EXPLACION EN PUNTO DE FUENTE O FUENTES CON CABLES.—ESTE ES EL SISTEMA MAS UTILIZADO EN EL ALUMBRADO PUBLICO Y PODEMOS DECIR QUE SU UNICA LIMITACION EXISTE EN AQUELLOS CASOS EN LOS CUALES LA ACERA DE LA VIA PUBLICA ES TAN ESTRECHA QUE SU LOCALIZACION PUEDE CAUSAR MOLESTIAS PARA LA CIRCULACION DE PEATONES.

EXPLACION CON BRAZOS MURALES

LA UTILIZACION DE BRAZOS MURALES EXIGE, EN PRIMER LUGAR QUE LOS EDIFICIOS QUE BORDEAN LA VIA PUBLICA TENGAN ALTURAS SUPERIORES DE LO 7 Y 8 METROS, PARA PODER FIJARLOS EN SUS MUROS, ESTA SOLUCION ES, BAJO EL PUNTO DE VISTA ESTETICO MUY POCO ACONSEJABLE ADEMÁS, ESTA INSTALACION EXIJE QUE LA VIA PUBLICA NO ESTE BORDEADA DE ARBOLES.

MONTAJE METAL.—LAS ALTURAS DE MONTAJE DE LOS LUMINARIOS HAN SUFRIDO EN GENERAL, INCREMENTOS SUSTANCIALES DURANTE LAS ULTIMAS DECADAS. EN ADVENIMIENTO DE LAMPARAS MAS MODERNAS, MAS EFICIENTES Y DE MAYOR RENDIMIENTO LUMINICO HAN SIDO LAS CAUSAS BASICAS.

NORMALMENTE ESTE TIPO DE MONTAJE, ES UTILIZADO EN LAS INTERSECCIONES DE CARRETERAS COMPUESTAS DE MULTIPLES CARRILES DE CIRCULACION. ESTE DISEÑO DE ALUMBRADO OFRECE VENTAJAS. ADEMÁS DE LAS DE SEGURIDAD DEL TRAFICO, DEBIDO A LA REDUCCION DEL NUMERO DE SOPORTERIA DE LOS LUMINARIOS Y SU FLEXIBILIDAD EN LA LOCALIZACION.

ALTIMA DE MONTAJE DE LOS LUMINARIOS.

LA ALTURA DE MONTAJE DEL LUMINARIO, EN UNA INSTALACION DE ALUMBRADO PUBLICO, TIENE UNA ENORME INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD DE LA ILUMINACION Y SOBRE LA CALIDAD DE LA ILUMINACION Y SOBRE SUS COSTOS.

EL SITUAR LOS LUMINARIOS A GRAN ALTURA PRESENTA LAS SIGUIENTES VENTAJAS E INCOVENIENTES:

I.-VENTAJAS:

- A).- DISTRIBUCION MAS FAVORABLE DE LUMINANCIAS SOBRE LA CALZADA.
- B).- DISMINUCION DEL DESLUMBRAMIENTO PRODUCIDO, PERMITIENDO INSTALAR UNA MAYOR POTENCIA LUMINOSA POR LUMINARIO.
- C).- REDUCCION DEL NUMERO DEL LUMINARIOS.
- D).- AUMENTO DE LA ILUMINANCIA DE LOS ALREDEDORES DE LA CALZADA.

II.-INCOVENIENTES:

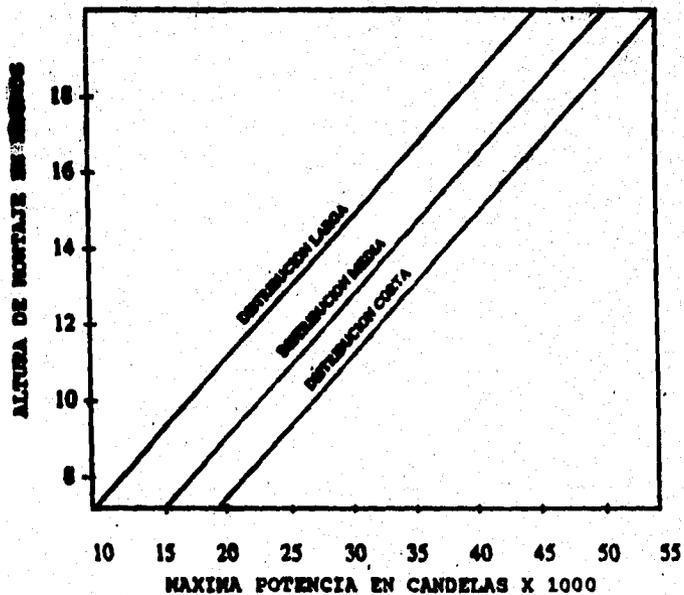
- A).-DIFICULTA EL MANTENIMIENTO E INCREMENTA SUS COSTOS.
- B).-DISMINUCION DEL FACTOR DE UTILIZACION, LO QUE AUMENTA EL CONSUMO DE ENERGIA.
- C).-LA SIGUIENTE TABLA NOS DA UNA ORIENTACION DE CUALES SON LAS ALTURAS RECOMENDABLES DE LOS LUMINARIOS DE ACUERDO A LA EMISION EN LUMENES DE LAMPARAS. (RECOMENDACIONES EUROPEAS).

LUMENES DE LA LAMPARA	ALTURA DE MONTAJE EN METROS
3000 A 5000	6.5 A 7.5
5000 A 10000	7.5 A 8
10000	8

UBICACION DE LOS LUMINARIOS: LA UBICACION DE LOS LUMINARIOS EN EL ALUMBRADO PUBLICO ES UNO DE LOS FACTORES DE MAYOR INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD DE LA ILUMINACION Y SUS COSTOS, TANTO LOS DE INSTALACION COMO LOS DE EXPLOTACION.

ASI, SI LOS LUMINARIOS SE UBICAN DE FORMA POCO CORRECTA, NO SE LOGRARA UNA CONVENIENTE DISTRIBUCION DE LUMINANCIA SOBRE LA CALZADA, SE PODRA CAUSAR MOLESTIAS VISUALES A LOS USUARIOS DE LA VIA. MIENTRAS QUE SI LA UBICACION Y LA ALTURA DE LOS LUMINARIOS ES CORRECTA SE CONSEGUIRAN RESULTADOS ACEPTABLES, AUN CON BAJAS LUMINANCIAS.

**ALTURA MINIMA DEL LUMINARIO BASADA EN LA
PRACTICA
(X. E. S.)**



ESPACIAMIENTO ENTRE LUMINARIOS O DISTANCIA INTERVALAL.

LA RELACION ENTRE EL ESPACIAMIENTO DE LUMINARIOS Y LA ALTURA DE MONTAJE DE LOS MISMOS ESTA INTIMAMENTE LIGADA A LA UNIFORMIDAD DE LA ILUMINACION QUE SE CONSIGUE SOBRE LA CALZADA.

A MEDIDA QUE ESTA RELACION ES MENOR, LA UNIFORMIDAD DE LA ILUMINACION SERA MAS ELEVADA Y COMO CONSECUENCIA UNA MAYOR COMODIDAD VISUAL PARA LOS USUARIOS DE LA VIA. CLARO ESTA, QUE A MEDIDA QUE DISMINUYE LA RELACION DE ESPACIAMIENTO DE LOS LUMINARIOS ENTRE SU ALTURA DE MONTAJE, AUMENTA EL COSTO DE LA INSTALACION DEL ALUMBRADO.

A TITULO ORIENTATIVO SE DAN LOS SIGUIENTES VALORES DE LA CITADA RELACION SEGUN LA ILUMINACION MEDIA QUE SE PRETENDA CONSEGUIR.

CONVERSIONES SIEMPRE.

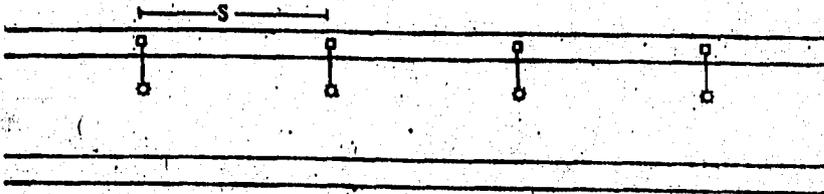
ILUMINACION MEDIA EN LUXES.		RELACION = $\frac{\text{DISTANCIA INTERVALAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}}$		
2	7	4	0	0
7	20	3.0	0	4
20	30	2	0	3.0

DISPOSICION DE LUMINARIOS

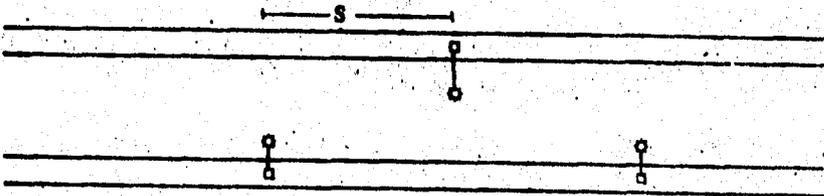
LA DISPOSICION DE LOS LUMINARIOS A LO LARGO DE LA VIA PUBLICA PUEDE SER COMO SIGUE:

- A).-UNILATERAL.
- B).-BILATERAL A TRESBOLILLO.
- C).-BILATERAL PAREADAS.

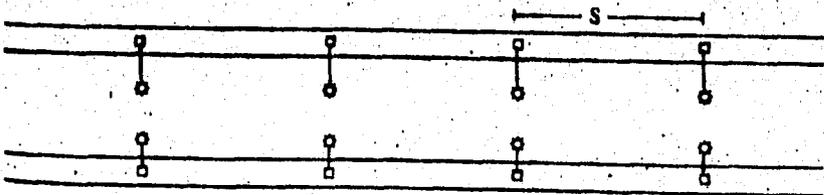
UNILATERAL



BILATERAL TRESBOLILLO



BILATERAL PAREADAS



S = Distancia interpostal ó espaciamento.

LA SIGUIENTE TABLA NOS DA UNA ORIENTACION DE LA DISPOSICION DE LOS LUMINARIOS DE ACUERDO AL ANCHO DE LA CALLE Y LA ALTURA DE MONTAJE DEL LUMINARIO. (RECOMENDACIONES EUROPEAS).

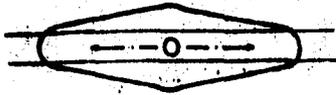
TIPO DE DISPOSICION	RELACION = $\frac{\text{ALTURA DE MONTAJE DEL LUMINARIO}}{\text{ANCHO DE LA CALLE}}$	
	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
BILATERAL	0.5	1
BILATERAL AL TRENDELLAS	0.5	0.5
BILATERAL PERPENDICULAR	0.5	0.5

**GRUPO PARA EL USO DE CERCOS DE DISTRIBUCION LATERAL DE LOS LAMINARIOS.
Y SU LOCALIZACION E UBICACION DE LOS MISMOS.
(CONSERVACIONES I. N. C.)**

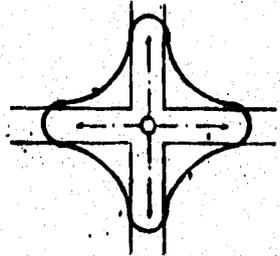
MONTAJE A UN LADO DE LA VIA PUBLICA			MONTAJE A UN LADO DE LA VIA PUBLICA (CAMILLANES)		
UNILATERAL O TERRIBILLO.	TERRIBILLO O SISTEMA PANDRAS.	CERCO DE VIAS PUBLICAS.	CARRETERO SENCILLO	CARRETERO DOBLE	INTERSECCION O CERCO DE CAMILLAS.
ANCHO DE LA VIA HASTA 1.5 VECES LA ALTURA DE MONTAJE.	ANCHO DE LA VIA HASTA 1.5 VECES LA ALTURA DE MONTAJE.	ANCHO DE LA VIA HASTA 1.5 VECES LA ALTURA DE MONTAJE.	ANCHO DE LA VIA HASTA 2 VECES LA ALTURA DE MONTAJE.	ANCHO DE LA VIA HASTA 1.5 VECES LA ALTURA DE MONTAJE.	ANCHO DE LA VIA HASTA 2 VECES LA ALTURA DE MONTAJE.
TIPO MEMO II	TIPO MEMO III	TIPO MEMO II	TIPO MEMO I	TIPO MEMO II	TIPO MEMO I O VIAS
III	V	4 VIAS		V	V
IV	II			III	V

NOTA:
EN TODOS LOS CASOS, LOS ESPACIAMIENTOS MIXTOS ENTRE LAMINARIOS EN EL SENTIDO LONGITUDINAL
(A LO LARGO DE LA CALLE) DE ACUERDO A SU CLASIFICACION DE DISTRIBUCION VERTICAL SON:

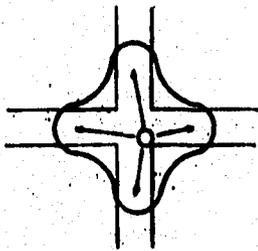
DISTANCIA COMEA .- HASTA 4.5 VECES LA ALTURA DE MONTAJE
DISTANCIA MEDIA .- HASTA 7.5 VECES LA ALTURA DE MONTAJE
DISTANCIA LARGA .- HASTA 12 VECES LA ALTURA DE MONTAJE



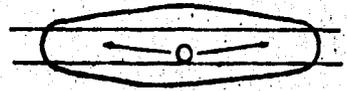
TIPO - I



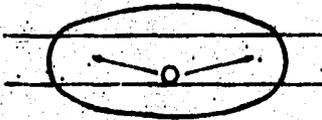
TIPO - I - 4 VIAS



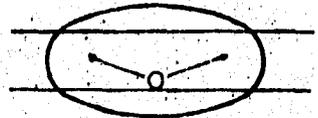
TIPO - II - 4 VIAS



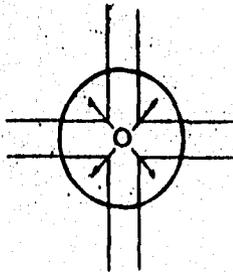
TIPO - II



TIPO - III



TIPO - IV



TIPO - V

DESCRIPCION: TIPOS DE DISTRIBUCION LATERAL DE LUZ

SITUACION DE LOS LUMINARIOS EN CASOS ESPECIALES.

TODO LO INDICADO ANTERIORMENTE SE REFIERE A VIAS RECTAS, PERO AL REALIZAR UNA INSTALACION DE ALUMBRADO SE PRESENTAN UNA SERIE DE CASOS ESPECIALES QUE ES NECESARIO RESOLVER CON UN CRITERIO DISTINTO.

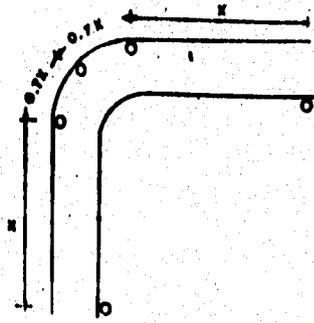
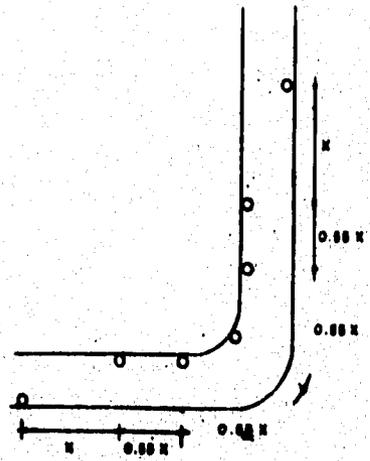
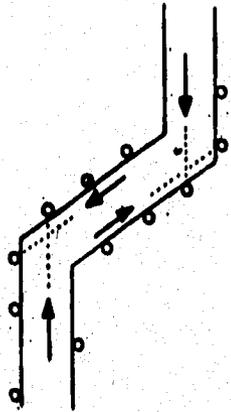
ESTOS CASOS ESPECIALES SE REFIEREN A CURVAS, CRUCES DE VIAS, ETC., SIENDO INTERESANTE RESALTAR QUE PARA SITUAR LOS LUMINARIOS EN EL PLANO GENERAL DE LA INSTALACION DE ALUMBRADO DEBE COMENZARSE POR LOS CASOS ESPECIALES, Y UNA VEZ SITUADOS CORRECTAMENTE, DISPONER EL RESTO DE LOS LUMINARIOS AJUSTANDOSE LO MAS POSIBLE A LA SEPARACION DETERMINADA Y TIPO DE DISPOSICION QUE SE HAYA ADOPTADO.

Curvas.—LOS LUMINARIOS DEBERAN SITUARSE EN LA PARTE EXTERIOR DE LAS CURVAS, PARA QUE EL REFLEJO DEL PUNTO DE LUZ SEA VISTO POR EL CONDUCTOR SOBRE LA CALZADA.

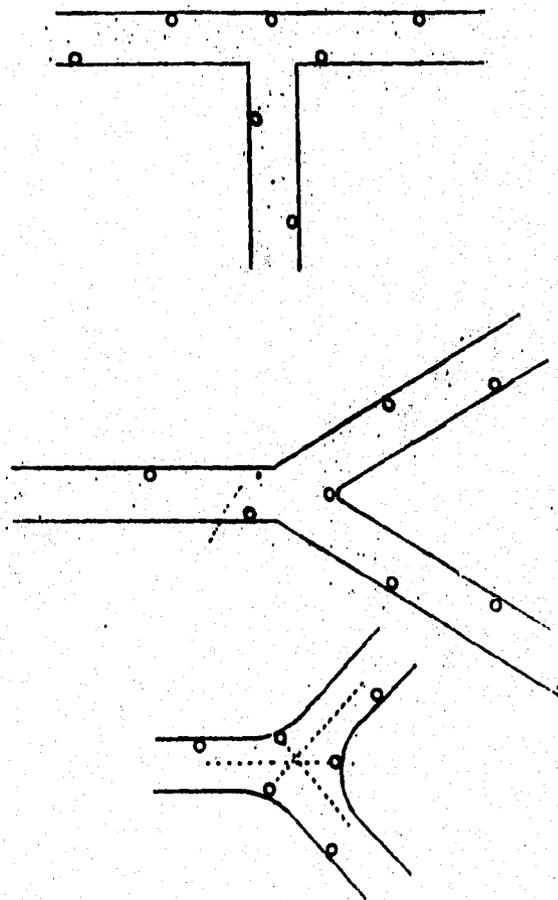
LA SEPARACION ENTRE LOS LUMINARIOS DEBE REDUCIRSE EN CURVA TANTO COMO MENOR SEA EL RAYO DE LA MISMA.

DEBE SITUARSE UN LUMINARIO EN CADA UNA DE LAS PROLONGACIONES DE LOS DOS EJES DE CIRCULACION, LO QUE DETERMINARA LA POSICION DE LOS DEMAS EN LA CURVA.

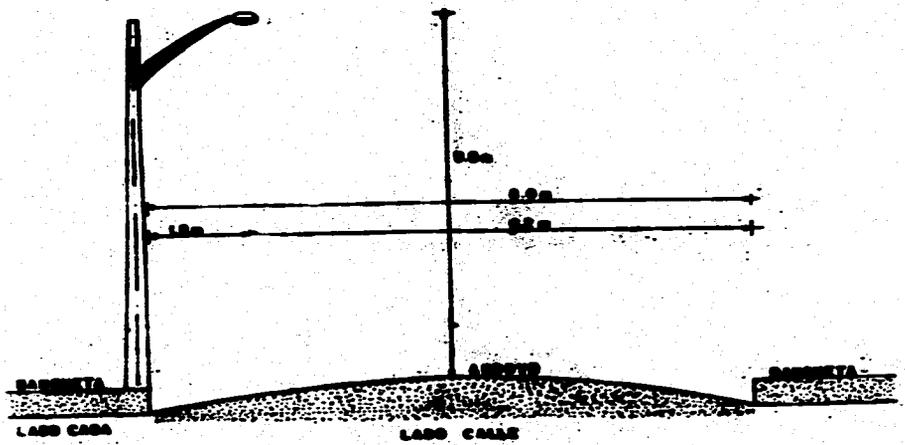
DEBEN SITUARSE LUMINARIOS SUPLEMENTARIOS EN LA PARTE INTERIOR DE LA CURVA, SI EL ANCHO DE LA VIA ES TAL QUE LA ILUMINACION DE LA ZONA INTERIOR ES BAJA Y EXISTE UN ABUNDANTE TRANSITO DE PEATONES.



COMO NORMA GENERAL, DEBE AUMENTARSE LA ILUMINACION EN LOS CRUCES, SIENDO ACONSEJABLE QUE ESTA SEA SUPERIOR A LAS CORRESPONDIENTES A LA VIA MAS ILUMINADA DE LAS QUE CONCURREN.



DETALLE REPRESENTATIVO



DETALLE REPRESENTATIVO

EN LA CIUDAD DE DURANGO LOCALIZADA AL NORTE DE LA REPUBLICA MEXICANA, CUYO ACCESO PRINCIPAL ES EL ENTRONQUE CON LA CARRETERA ZACATECAS-DURANGO, SE ENCUENTRA EL AREA DE ESTUDIO CUYA SUPERFICIE ES DE APROXIMADAMENTE 7080 m², LA CUAL CORRESPONDE A LA VIA PERIMETRAL. EN ESTE EJEMPLO SE ANALIZA SOLAMENTE UN TRAMO DE 120 mts.

EL CALCULO REALIZADO SE HIZO PRIMERAMENTE EN FORMA MANUAL CON EL APOYO DE TABLAS Y RECOMENDACIONES, PRODUCTO DE ESTUDIOS Y PRUEBAS CON LOS DIFERENTES TIPOS DE LUMINARIOS.

EL RESULTADO DE LOS CALCULOS ELABORADOS EN FORMA MANUAL FUERON CORROBORADOS POR MEDIO DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA DENOMINADO C.A.L.A. (COMPUTER AIDED LIGHTING ANALISIS), DESARROLLADO POR LA COMPANIA HOLOPHANE S.A. DE C.V., ENCONTRANDOSE UNA DIFERENCIA ENTRE AMBOS CALCULOS DE 3.0 % EL CUAL NO ES SIGNIFICATIVO PARA EL NIVEL DE ILUMINACION REQUERIDO.

LA DIFERENCIA EN LOS RESULTADOS ES DEBIDA A LA MAYOR EXACTITUD Y PRECISION DE LA COMPUTADORA.

EL LUMINARIO CATALOGO HOV-25-2250 WATTS, VAPOR DE SODIO ALTA PRESION, CURVA TIPO III, MEDIA, SEMI-CUTOFF UTILIZADO SE ESCOGIO POR SU ALTO RENDIMIENTO EN LUMENES CON RELACION A SU POTENCIA ELECTRICA, AHORRO DE ENERGIA Y MAYOR PENETRACION DE LUZ CON LLUVIA Y NIEBLA.

DATOS:

ANCHO DEL ARROYO	8.00 M.
ALTURA DE MONTAJE	9.00 M.
SALIENTE DEL BRAZO	1.80 M.
LUMINARIO No. HOV-25-Z	TIPO I.E.S SEMIRECORTADO
NIVEL DE ILUMINACION	15 LUX
LAMPARA	250 WATTS V.S.A.P.
FACTOR POR DIFERENCIA DE ALTURA	1.0
FACTOR POR DIFERENCIA DE LUMENES	1.0

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)

C.U. TOTAL = C.U. LADO CALLE + C.U. LADO CASA.

RELACION LADO CALLE = $\frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL LADO CALLE.}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}}$

$0.22 = \frac{0.22}{1} = 0.22 = 0.22$

TRASLADANDO ESTE VALOR (R=0.69) A LA CURVA DE DISTRIBUCION TENEMOS:

C.U. LADO CALLE = 0.22

$$\text{RELACION LADO CALLE} = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL LADO CALLE}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}}$$

$$0 = \frac{1.00}{0} = 0.22$$

TRASLADANDO ESTE VALOR (R=0.20) A LA CURVA DE DISTRIBUCION TENEMOS:

C.U. LADO CASA = 0.04

POR LO TANTO: C.U. TOTAL = 0.22 + 0.04 = 0.26

DETERMINACION DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO:

PARA EL VALOR DEL FACTOR DE CONSERVACION POR SUCIEDAD (L.D.D).
CONSIDERANDO EL LUMINARIO VENTILADO TOMAREMOS ESTE DE LA TABLA
SIGUIENTE:

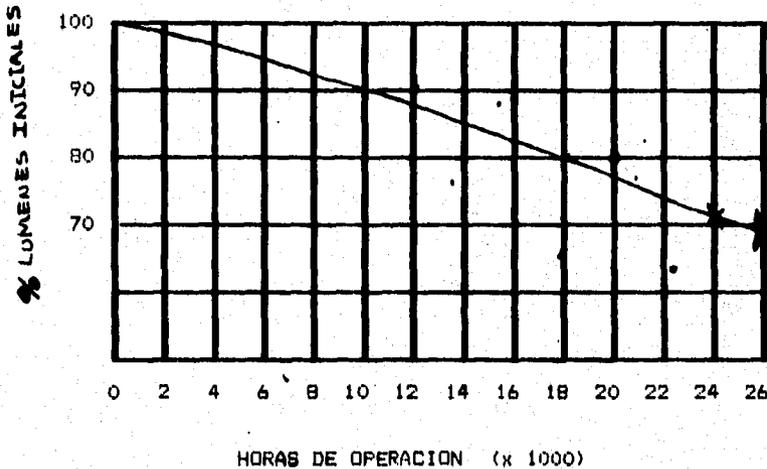
**FACTORES DE CONSERVACION POR SUCIEDAD
(L.D.D.)**

TIPO DE LIMPIEZA	FACTORES RECOMENDADOS
INDIRECTO	0.67 - 0.80
VENTILADO	0.80 - 0.70
ABERTA	0.70 - 0.60

POR LO TANTO L.D.S. = 0.75

EL FACTOR DE DEPRECIACION DEL FLUJO LUMINOSO (L.L.D.) SE DETERMINARA POR MEDIO DE LA CURVA DE DEPRECIACION DE LA LAMPARA A UTILIZAR Y SERA IGUAL A LA RELACION DEL FLUJO EMITIDO POR LA LAMPARA AL 50 % DE SU VIDA Y EL FLUJO INICIAL.

CURVA DE DEPRECIACION LUMINICA DE UNA LAMPARA DE V.C.A.F. A 220 V.



EL FACTOR DE DEPRECIACION DE FLUJO ES = L.L.D. = 0.91
CON LOS DOS FACTORES OBTENIDOS PROCEDEMOS A CALCULAR EL FACTOR DE MANTENIMIENTO.

FACTOR DE MANTENIMIENTO = FACTOR DE DEPRECIACION DEL FLUJO LUMINOSO DE LA LAMPARA POR FACTOR DE CONSERVACION POR SISTEMAS EN EL LUMENES:

$$F.M. = (0.75) (0.95) = 0.68$$

CALCULO DEL ESPACIAMIENTO INTERPOSTAL:

$$S = \frac{LL \times C.U. \times F.M.}{E \times A}$$

DEFINICIONES:

S = DISTANCIA INTERPOSTAL.

LL = LAMPARAS POR LAMPARAS.

C.U. = COEFICIENTE DE UTILIZACION TOTAL.

F.M. = FACTOR DE MANTENIMIENTO.

E = NIVEL DE ILUMINACION.

A = AREA DE AREA.

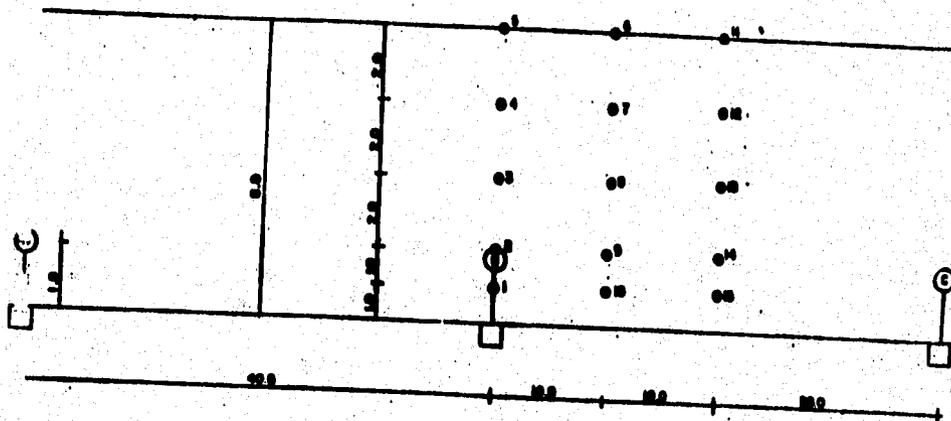
PARA S = 20 METROS.

$$S = \frac{(27500) (0.26) (0.68)}{(40) (8)} = \frac{4862}{320} = 40.52 \text{ METROS.}$$

PARA S = 40 METROS.

$$E = \frac{(27500) (0.26) (0.68)}{(40) (8)} = \frac{4862}{320}$$

E = 15.20 LUXES PROMEDIO MANTENIDOS



TRAMO DE CALCULO
 EDC - DIN ADPT - UFG

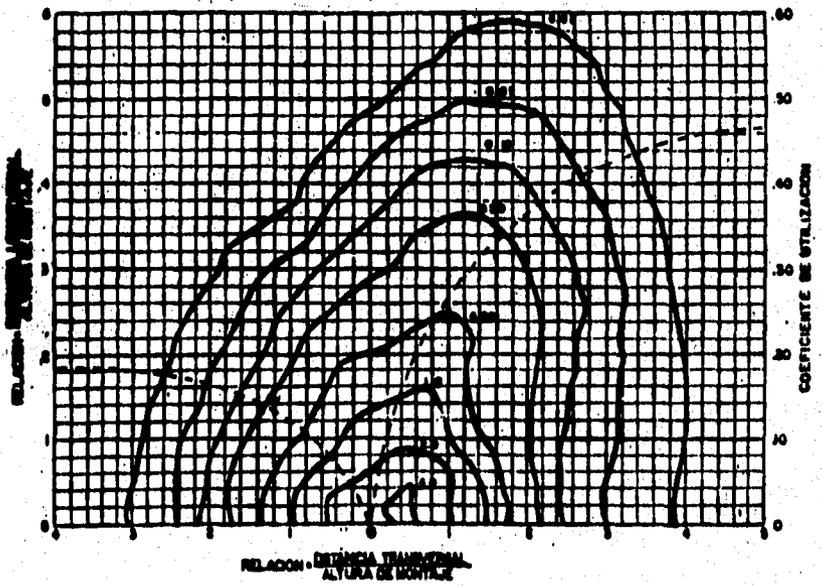
LUMENARIO: - HOLOPHASE Nº 80V-80-2 LAMPARA: - 800W LUMENES: - 27000

TIPO: - BBI-OUTDOOR ALTURA DE MONTAJE: - 30' FECHA: - 10-10-07



LADO CASA

LADO CALLE



LOS CALCULOS NOS INDICAN QUE CON UN ESPACIAMIENTO DE 40.0 M. TENEMOS UN NIVEL DE ILUMINACION PROMEDIO MANTENIDO DE 15 LUXES. CON LA RELACION ENTRE ALTURA DE MONTAJE Y ANCHO DE LA CALLE CALCULAMOS EL TIPO DE DISPOSICION A UTILIZAR.

$$R = \frac{9.0}{8.0} = 1.125$$

SEGUN TABLA No. 10 EL VALOR CORRESPONDE A UNA DISPOSICION:

ISOLATERAL.

DE ACUERDO A LO ANTERIOR, PROCEDEMOS A COMPROBAR SI ESTAMOS EN LO CORRECTO, UTILIZANDO LAS CURVAS ISOLUX O ISOFOOTCANDLE, ANALIZAMOS EL TRAMO SIGUIENTE.

PUNTO NUMERO 1 RESPECTO A LOS LUMINARIOS 'A' Y 'C'

$$P = \frac{\text{DISTANCIA LONGITUDINAL} \quad 40.0}{\text{ALTURA DE MONTAJE} \quad 9.0} = 4.44$$

$$(0.4)(2) = 0.08 \text{ F.C.}$$

$$R = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL} \quad 0.80}{\text{ALTURA DE MONTAJE} \quad 9.0} = 0.09$$

PUNTO No. 1 RESPECTO AL LUMINARIO 'B'.

$$\text{RELACION} = \frac{\text{DISTANCIA LONGITUDINAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}} = \frac{0.00}{9.0} = 0.0$$

. . . 3.2 F.C.

$$\text{RELACION} = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}} = \frac{0.8}{9.0} = 0.09$$

. . . EL PUNTO 1 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C, ES:

$$E_1 = (0.08 + 3.2) = 3.28 \text{ FC INICIALES.}$$

PARA OBTENER EL NIVEL DE ILUMINACION MANTENIDO DEL CASO REALIZADO SE DEBE MULTIPLICAR POR EL FACTOR MANTENIDO (0.68).

$$E_1 = (3.28)(0.68) = 2.2304 \text{ FC MANTENIDOS.}$$

COMO : 1 FC = 10.76 LUXES; FACTOR POR DIFERENCIA DE ALTURA = 1;
FACTOR PARA DIFERENCIA DE LUMENES = 1

$$E_1 = (2.2304)(10.76) = 24.00 \text{ LUXES MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 2 RESPECTO A LOS LUMINARIOS "A" Y "C"

$$R = \frac{\text{DISTANCIA LONGITUDINAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}} = \frac{40.0}{9.0} = 4.4$$

$$\cdot \cdot (0.045) (2) = 0.09 \text{ FC.}$$

$$R = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}} = \frac{0.20}{9.0} = 0.02$$

PUNTO 2 RESPECTO AL LUMINARIO " B "

$$R = \frac{\text{DISTANCIA LONGITUDINAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}} = \frac{0.00}{9.0} = 0.0$$

$$\cdot \cdot 3.5 \text{ FC}$$

$$R = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}} = \frac{0.20}{9.0} = 0.02$$

\cdot \cdot \text{ EL PUNTO 2 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES:}

$$E_2 = (3.5 + 0.09) = 3.59 \text{ FC INICIALES}$$

$$E_2 = (0.68) (3.59) = 2.4412 \text{ FC MANTENIDOS}$$

$$\cdot \cdot E_2 = (2.4412) (10.76) = 26.27 \text{ LUXES MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 3 RESPECTO A LOS LUMINARIOS " A " Y " C "

$$R = \frac{\text{DISTANCIA LONGITUDINAL} \quad 40.0}{\text{ALTURA DE MONTAJE} \quad 9.0} = 4.4$$

$$\cdot \cdot (0.053) (2) = 0.106 \text{ FC}$$

PUNTO No. 3 RESPECTO AL LUMINARIO " B "

$$R = \frac{\text{DISTANCIA LONGITUDINAL} \quad 0.00}{\text{ALTURA DE MONTAJE} \quad 9.0} = 0$$

$$\cdot \cdot 4.0 \text{ FC}$$

$$R = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL} \quad 2.20}{\text{ALTURA DE MONTAJE} \quad 9.0} = 0.24$$

\cdot \cdot EL PUNTO No. 3 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES:

$$E_3 = (0.106 + 4.0) = 4.103 \text{ FC INICIALES.}$$

$$E_3 = (0.68) (4.106) = 2.7621 \text{ FC MANTENIDOS.}$$

$$E_3 = (207921) (10.76) = 30.05 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

PUNTO No.4 RESPECTO A LOS LUMINARIOS 'A' Y 'C'

$$R = \frac{\text{DISTANCIA LONGITUDINAL } 40.0}{\text{ALTURA DE MONTAJE } 9.0} = 4.4$$

$$\dots (0.067) (2) = 0.134 \text{ FC.}$$

$$R = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL } 4.20}{\text{ALTURA DE MONTAJE } 9.0} = 0.47$$

PUNTO No. 4 RESPECTO AL LUMINARIO 'B'

$$R = \frac{\text{DISTANCIA LONGITUDINAL } 0.00}{\text{ALTURA DE MONTAJE } 9.0} = 0.0$$

$$\dots 4.5 \text{ FC.}$$

$$R = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL } 4.20}{\text{ALTURA DE MONTAJE } 9.0} = 4.47$$

\dots EL PUNTO No. 4 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A,B,C ES:

$$E_4 = (0.134 + 4.5) = 4.634 \text{ FC. INICIALES.}$$

$$E_4 = (4.634) (0.68) = 3.1511 \text{ FC MANTENIDOS.}$$

$$\dots E_4 = (3.1511) (10.76) = 33.91 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 5 RESPECTO A LOS LUMINARIOS " A " Y " C "

$$R = \frac{\text{DISTANCIA LONGITUDINAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}} = \frac{40.0}{9.0} = 4.4$$

$$\therefore (0.075)(2) = 0.15 \text{ FC.}$$

$$R = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}} = \frac{6.20}{9.0} = 0.69$$

EL PUNTO No. 5 RESPECTO AL LUMINARIO " B " ES :

$$R = \frac{0.0}{9.0} = 0.0$$

$$\therefore 3.5 \text{ FC.}$$

$$R = \frac{6.2}{9.0} = 0.69$$

$$E_s = (3.5 + 0.15) = 3.65 \text{ FC. INICIALES}$$

$$E_s = (3.65)(0.68) = 2.482 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$\therefore E_s = (2.482)(10.76) = 26.71 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 6 RESPECTO AL LUMINARIO " A "

50.00

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 5.55$$

. . 0.0 FC.

6.20

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 0.69$$

PUNTO No. 6 RESPECTO AL LUMINARIO " B " ES :

10.0

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 1.11$$

. . 1.7 FC.

6.2

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 0.69$$

PUNTO No. 6 RESPECTO AL LUMINARIO " C "

30.0

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 3.33$$

. . 0.23 FC.

6.2

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 0.69$$

. . PUNTO No.6 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES :

$$E_b = (1.7 + 0.23) = 1.93 \text{ FC. INICIALES.}$$

$$E_b = (1.93)(0.68) = 1.3124 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$. . E_b = (1.3124)(10.76) = 14.12 \text{ LUXES MANTENIDOS.}$$

PUNTO No.7 RESPECTO AL LUMINARIO " A "

$$R = \frac{50.00}{9.0} = 5.55$$

. . 0.0 FC.

$$R = \frac{4.20}{9.0} = 0.47$$

PUNTO No. 7 RESPECTO AL LUMINARIO " B " ES :

$$R = \frac{10.0}{9.0} = 1.11$$

. . 1.6 FC.

$$R = \frac{4.2}{9.0} = 0.47$$

PUNTO No.7 RESPECTO AL LUMINARIO " C " ES :

$$R = \frac{30.0}{9.0} = 3.33$$

$$. . 0.20 \text{ FC.} \quad Y \quad R = \frac{4.2}{9.0} = 0.47$$

PUNTO No. 7 RESPECTO ALOS LUMINARIOS A, B, C ES :

$$E_7 = (1.6 + 0.2) = 1.8 \text{ FC. INICIALES.}$$

$$E_7 = (1.8)(0.68) = 1.224 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$E_7 = (1.2224)(10.76) = 3.17 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 8 RESPECTO AL LUMINARIO " A " :

$$R = \frac{50.00}{9.0} = 5.55$$

. . 0.0 FC.

$$R = \frac{2.20}{9.0} = 0.24$$

PUNTO No. 8 RESPECTO AL LUMINARIO " B " ES :

$$R = \frac{10.0}{9.0} = 1.11$$

. . 1.5 FC.

$$R = \frac{2.2}{9.0} = 0.24$$

PUNTO No. 8 RESPECTO AL LUMINARIO " C " :

$$R = \frac{30.0}{9.0} = 3.33$$

. . 0.16 FC.

$$R = \frac{2.2}{9.0} = 0.24$$

. . PUNTO No. 8 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES :

$$E_B = (1.5 + 0.16) = 1.66 \text{ FC. INICIALES.}$$

$$E_B = (1.66)(0.68) = 1.1288 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$. . E_B = (1.1288)(10.76) = 12.14 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 9 RESPECTO AL LUMINARIO " A "

$$R = \frac{50.00}{9.0} = 5.55$$

. . 0.0 FC.

$$R = \frac{0.20}{9.0} = 0.02$$

PUNTO No. 9 RESPECTO AL LUMINARIO " B " ES :

$$R = \frac{10.0}{9.0} = 1.11$$

. . 1.3 FC.

$$R = \frac{0.2}{0.7} = 0.02$$

PUNTO No. 9 RESPECTO AL LUMINARIO " C "

$$R = \frac{30.0}{9.0} = 3.33$$

. . 0.14 FC.

$$R = \frac{0.2}{9.0} = 0.02$$

. . PUNTO No. 9 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES :

$$E_g = (1.3 + 0.14) = 1.44 \text{ FC. INICIALES.}$$

$$E_g = (1.44)(0.68) = 0.9792 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$. . E_g = (0.9792)(1076) = 10.54 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 10 RESPECTO AL LUMINARIO " A "

$$R = \frac{50.00}{9.0} = 5.55$$

. . 0.0 FC.

$$R = \frac{0.80}{9.0} = 0.09$$

PUNTO No. 10 RESPECTO AL LUMINARIO " B " ES :

$$R = \frac{10.0}{9.0} = 1.11$$

. . 1.2 FC.

$$R = \frac{0.8}{9.0} = 0.09$$

PUNTO No. 10 RESPECTO AL LUMINARIO " C "

$$R = \frac{30.0}{9.0} = 3.33$$

. . 0.12 FC.

$$R = \frac{0.8}{9.0} = 0.09$$

. . PUNTO No. 10 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES :

$$E_{10} = (1.2 + 0.12) = 1.32 \text{ FC INICIALES.}$$

$$E_{10} = (1.32)(0.68) = 0.8976 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$. . E_{10} = (0.8976)(10.76) = 9.66 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 11 RESPECTO AL LUMINARIO " A " Y " D "

$$R = \frac{60.00}{9.0} = 6.67$$

. . 0.0 FC.

$$R = \frac{6.20}{9.0} = 0.69$$

PUNTO No. 11 RESPECTO AL LUMINARIO " B " Y " C " ES :

$$R = \frac{20.0}{9.0} = 2.22$$

$$\cdot \cdot (0.625)(2) = 1.25 \text{ FC.}$$

$$6.2$$

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 0.67$$

\cdot \cdot \text{ PUNTO No. 11 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES :}

$$E_{11} = 1.25 \text{ FC. INICIALES.}$$

$$E_{11} = (1.25)(0.68) = 0.85 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$\cdot \cdot E_{11} = (0.85)(10.76) = 9.15 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

\text{ PUNTO No. 12 RESPECTO AL LUMINARIO " A " Y " D "}

$$60.00$$

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 6.67$$

$$\cdot \cdot 0.0 \text{ FC.}$$

$$4.20$$

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 0.47$$

\text{ PUNTO No. 12 RESPECTO AL LUMINARIO " B " Y " C " ES :}

$$20.0$$

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 2.22$$

$$\cdot \cdot (0.50)(2) = 1.0 \text{ FC.}$$

$$4.2$$

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 0.47$$

\cdot \cdot \text{ PUNTO No. 12 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES :}

$$E_{12} = 1.0 \text{ FC. INICIALES.}$$

$$E_{12} = (1.0)(0.68) = 0.68 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$\cdot \cdot E_{12} = (0.68)(10.76) = 7.32 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 13 RESPECTO AL LUMINARIOS " A " Y " D "

60.00

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 6.67$$

\cdot \cdot 0.0 FC.

2.20

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 0.24$$

PUNTO No. 13 RESPECTO AL LUMINARIO " B " Y " C " ES :

20.0

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 2.22$$

\cdot \cdot (0.45)(2) = 0.9 FC.

2.2

$$R = \frac{\quad}{9.0} = 0.24$$

\cdot \cdot PUNTO No.13 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES :

$$E_{13} = 0.9 \text{ FC. INICIALES.}$$

$$E_{13} = (0.9)(0.68) = 0.612 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$\cdot \cdot E_{13} = (0.612)(10.76) = 6.58 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 14 RESPECTO AL LUMINARIO " A " Y " D "

60.00

$$R = \frac{60.00}{9.0} = 6.67$$

. . 0.0 FC.

0.20

$$R = \frac{0.20}{9.0} = 0.02$$

PUNTO No. 14 RESPECTO AL LUMINARIO " B " Y " C "

20.0

$$R = \frac{20.0}{9.0} = 2.22$$

. . (0.43) (2) = 0.86 FC.

2.2

$$R = \frac{2.2}{9.0} = 0.02$$

. . PUNTO No. 14 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES :

$$E_{14} = 0.86 \text{ FC. INICIALES.}$$

$$E_{14} = (0.86) (0.68) = 0.5848 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$. . E_{14} = (0.5848) (10.76) = 6.29 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

PUNTO No. 15 RESPECTO AL LUMINARIO " A " Y " D " ES:

60.00

$$R = \frac{60.00}{9.00} = 6.67$$

. . 0.0 FC.

$$R = \frac{0.80}{9.0} = 0.09$$

PUNTO No. 15 RESPECTO AL LUMINARIO " B " Y " C " ES :

$$R = \frac{20.0}{9.0} = 2.22$$

$$\cdot \cdot (0.425) (2) = 0.85 \text{ FC.}$$

$$R = \frac{0.8}{9.0} = 0.09$$

\cdot \cdot PUNTO No. 15 RESPECTO A LOS LUMINARIOS A, B, C ES :

$$E_{15} = 0.85 \text{ FC. INICIALES.}$$

$$E_{15} = (0.85) (0.68) = 0.578 \text{ FC. MANTENIDOS.}$$

$$\cdot \cdot E_{15} = (0.578) (10.76) = 6.22 \text{ LUX MANTENIDOS.}$$

DE LA MISMA MANERA SE CALCULAN TODOS LOS DEMAS PUNTOS SOBRE LA VIA DE ESTUDIO.

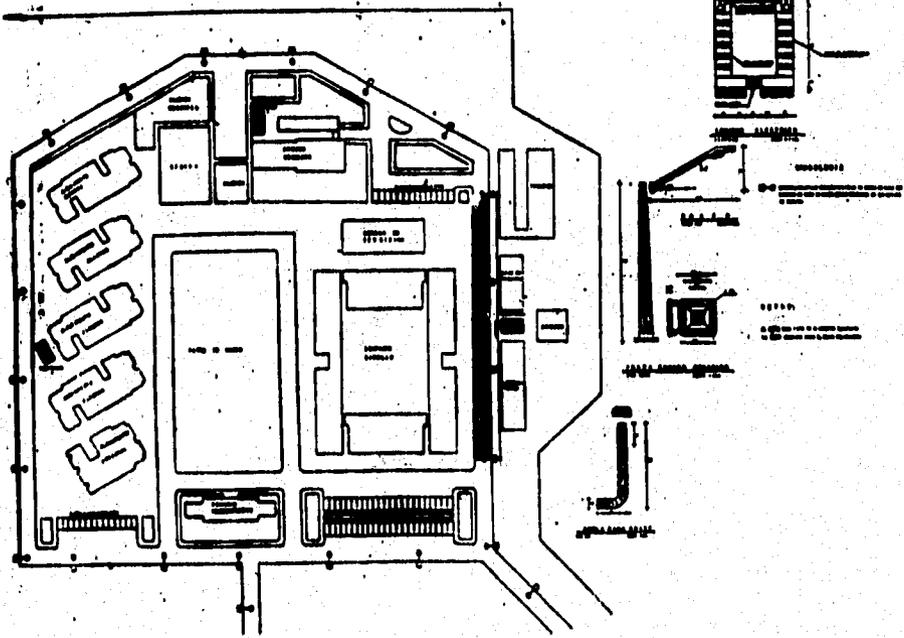
**TABLA DE DATOS FOTOMETRICOS DEL LEDERADO UTILIZADO EN EL DIBUJO.
 " 100-25-2 " DE 250 H. VAPOR DE AGUA A ALTA PRESION.**

LEDERADA PUNTO	A	B	C	D	VALOR CALCULADO (Linas)	VALOR DANTE PROGRAMA (Linas)
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
54	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
61	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
63	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
64	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
65	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
67	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
68	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
69	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
71	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
72	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
73	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
75	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
76	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
77	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
78	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
79	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
81	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
82	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
83	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
84	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
85	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
86	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
87	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
88	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
89	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
91	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
92	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
93	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
94	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
95	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
96	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
97	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
98	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
99	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.00	100.00	0.00	0.00	236.12	243.31

$$\text{PROMEDIO CALCULADO} = \frac{236.12}{15} = 15.74$$

$$\text{PROMEDIO PROGRAMA} = \frac{243.31}{15} = 16.22$$

$$\text{DIFERENCIA} = \frac{(16.22 - 15.74) \times 100}{16.22} = 2.96 \%$$



CAPÍTULO NÚMERO 11.

ILUMINACION EN TUNELES.

INTRODUCCION :

EN LA ILUMINACION DE TUNELES NO ES POSIBLE PROPORCIONAR RECOMENDACIONES ESPECIFICAS DEBIDO A LA GRAN VARIEDAD DE ELLOS.

LA BUENA VISIBILIDAD ES EL OBJETIVO. EL DISEÑO DEBE CONSIDERAR TANTO EL TUNEL, COMO LAS AREAS ADYACENTES.

MUCHOS FACTORES AYUDAN O PERJUDICAN LA VISIBILIDAD, LOS FACTORES MAS IMPORTANTES SON:

- 1.-CARACTERISTICAS DE LA CARRETERA AL APROXIMARSE AL TUNEL.
- 2.-CARACTERISTICAS DEL INTERIOR DEL TUNEL: PAREDES, PISO Y TECHO.
- 3.-CARACTERISTICAS DEL AREA ALREDEDOR DE LA ENTRADA AL TUNEL.
- 4.-CONDICIONES ATMOSFERICAS Y DEL ENTORNO.
- 5.-CARACTERISTICAS DEL TRAFICO VEHICULAR.
- 6.-ORIENTACION RESPECTO AL SOL.

LA INFORMACION ES PRESENTADA EN BASE A LAS NECESIDADES DE VISIBILIDAD EN LAS PROXIMIDADES DEL TUNEL Y DENTRO DE ESTE. ESTAN INCLUIDOS TANTO LOS TUNELES COMO LOS PASOS A DESNIVEL (LARGOS Y CORTOS), LA ILUMINACION EN LA NOCHE LA CUAL DEBE SER TAN BUENA COMO EN EL DIA, EL TRATAMIENTO DE LAS SUPERFICIES INTERIORES Y EXTERIORES, SISTEMAS ELECTRICOS, EQUIPO DE ILUMINACION, MANTENIMIENTO E ILUMINACION DEL CAMINO EN LA ZONA DE APROXIMACION AL TUNEL.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

DEFINICIÓN DE TUNEL ; UN TUNEL PUEDE SER DEFINIDO COMO UN ENCLAUSTRE O ENCIERRO EN UN CAMINO O CARRETERA, EL CUAL RESTRINGE LA ILUMINACION NORMAL EXISTENTE A LO LARGO DEL CAMINO. Y POR LO TANTO REQUIERE DE UNA EVALUACION DE LA NECESIDAD DE SUMINISTRAR ILUMINACION ADECUADA PARA PROPORCIONAR AL CONDUCTOR UNA VISIBILIDAD Y CONFORT ADECUADOS, ESTOS ENCLAUSTRES PUEDEN ESTAR FORMADOS POR MATERIALES NATURALES, TALES COMO TIERRA Y PIEDRA, O BIEN CONSTRUIDOS CON ACERO Y CONCRETO.

APERTURA	ZONA DE UMBRAL	ZONA DE TRANSICION	ZONA INTERIOR
-----------------	-----------------------	---------------------------	----------------------

PORTAL.

DESCRIPCION DE LOS TERMINOS ASOCIADOS CON LA ILUMINACION DE TUNELES.

APERTURA: AREA EXTREMA DE LA CARRETERA EN CONTACTO CON LA CABECERA DEL TUNEL.

PORTAL: ENTRADA, AL INTERIOR DEL TUNEL.

ZONA DE UMBRAL: AREA DONDE SE HACE LA TRANSICION DE UN ALTO NIVEL DE ILUMINACION A LA ZONA EN DONDE EL NIVEL ES MAS BAJO.

ZONA INTERIOR: PARTE INTERMEDIA DEL TUNEL DONDE SE ENCUENTRA EL NIVEL MAS BAJO DE ILUMINACION.

NOTA: LA LONGITUD DE LAS ZONAS PUEDEN VARIAR DE ACUERDO A LOS PARAMETROS DE DISEÑO.

CLASIFICACION

UN TUNEL PUEDE SER CLASIFICADO EN DOS CATEGORIAS, TUNEL CORTO Y TUNEL LARGO, DEPENDIENDO DE SU LONGITUD.

TUNEL CORTO: UN TUNEL CORTO ES AQUEL QUE TIENE UN LARGO IGUAL O MENOR A LA DISTANCIA MINIMA (S.S.S.D.) SAFE STOPPING SIGHT DISTANCE, (DISTANCIA MINIMA DE FRENADO CON VISION NORMAL), APROPIADA PARA LA VELOCIDAD DEL TRAFICO CUANDO ESTE ENTRA AL TUNEL (VER TABLA SIGUIENTE).

VELOCIDAD DEL TRAFICO		DISTANCIA MINIMA DE VISION SEGURA PARA FRENAR	
KM/H	MILLAS/H	METROS	PIES
48	30	60	200
64	40	90	300
80	50	140	450
88	55	165	540
96	60	200	650
104	65	220	720

TUNEL LARGO: ES AQUEL QUE TIENE UNA LONGITUD MAYOR AL S.S.S.D.

OPTIMIZACION DE VISIBILIDAD EN EL TUNEL Y CONDICIONES DE APROXIMACION.

EL PROBLEMA CRITICO DE UN CONDUCTOR QUE SE APROXIMA A UN TUNEL, ES EL ADAPTARSE AL CAMBIO DE NIVEL LUMINOSO Y SOBREPONERSE AL EFECTO DE HOYO NEGRO CREADO POR LA GRAN DIFERENCIA DE BRILLANTEZ EXTERNA E INTERNA. EN CONSECUENCIA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION PARA INCREMENTAR EL NIVEL LUMINOSO EN EL INTERIOR DEL TUNEL ES IMPORTANTE, ASI COMO EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA EN LA APROXIMACION DEL TUNEL Y SUS ENTORNOS PARA DAR CARACTERISTICAS QUE AUXILIEN AL SISTEMA DE ILUMINACION PARA REDUCIR EL NIVEL EXTERNO EXCESIVO.

DICHAS CARACTERISTICAS FISICAS DEBEN FAVORECER LOS COSTOS DE ESTRUCTURA Y SERIA IDEAL IDEAL QUE PUDIERAN SER INCORPORADOS A LOS TUNELES YA EXISTENTES.

REDUCCION DE LA BRILLANTEZ DEL DIA.

LAS ENTRADAS AL TUNEL, PAREDES ADYACENTES, PAVIMENTO CERCANO Y OTRAS CARACTERISTICAS EXTERNAS EN EL CAMPO DE VISION DEL CONDUCTOR, PUEDEN OSCURECER Y REDUCIR SU RADIO DE VISION EN LA ILUMINACION INTERNA. POR TANTO SE RECOMIENDA EL USO DE SUPERFICIES TRATADAS, REVESTIDAS Y CON VEGETACION PARA DISMINUIR LA REFLECTANCIA.

LA OSCURIDAD DE ESTAS SUPERFICIES EXTERNAS REDUCE EL NIVEL DE BRILLANTEZ PARA QUE EL OJO HUMANO SE ADAPTE PRINCIPALMENTE A LA ENTRADA DEL TUNEL, Y ASI REDUCIR EL TIEMPO DE ADAPTACION POR LA BAJA BRILLANTEZ DENTRO DEL TUNEL.

EN LOS TUNELES CONVENCIONALES SE DEBERIA RECONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE USAR PLANTAS, CUBIERTAS O LOUVERS PARA INCREMENTAR EL VALOR DE OSCURECIMIENTO EN LA PARTE ALTA DE LA ENTRADA A ESTOS.

FACTORES DE DISEÑO EN EL APROVECHAMIENTO Y ENTRADA.

LA CANTIDAD Y DURACION DE LA LUZ DEL DIA QUE ENTRA AL TUNEL, DEPENDE DE LA ORIENTACION DE ESTE CON RESPECTO A LA TRAYECTORIA QUE SIGUE EL SOL EN EL CIELO. LOS SISTEMAS DE ILUMINACION DEBEN SER CAPACES DE COMBINAR LAS CONDICIONES DE DICHA ORIENTACION.

EL USO DE ENTRADAS MAS GRANDES Y DE MAYOR ALTURA INCREMENTA LA CANTIDAD DE LUZ DE DIA QUE PENETRA EN EL INTERIOR DEL TUNEL Y POR LO TANTO DISMINUYE LA CANTIDAD DE LUZ ARTIFICIAL REQUERIDA; SIN EMBARGO, EL AUMENTO DE LA ALTURA DEL TUNEL, INCREMENTA EL COSTO DE LA ESTRUCTURA DEL MISMO.

EL DISEÑO APROPIADO DE CUBIERTAS Y LOUVERS COLOCADAS SOBRE LA ENTRADA DEL TUNEL, HA SIDO USADA PARA REDUCIR LA SENSACION DE INSEGURIDAD QUE SE PRESENTA CUANDO UN CONDUCTOR ENTRA AL TUNEL, DEBIDO A LA GRAN DIFEERENCIA DE BRILLANTEZ.

A PESAR DE QUE ESTA TECNICA PUEDE REDUCIR EL NIVEL REQUERIDO DE LUZ EN EL TUNEL Y DE ESTA MANERA AHORRAR ENERGIA ELECTRICA, LAS CUBIERTAS PARA SOL QUE AHORA SE USAN, HAN TENIDO GRAN DIFICULTAD DE MANTENIMIENTO ASI COMO LA ACUMULACION DE SUCIEDAD, DEPRECIACION PERMANENTE DE SUS PROPIEDADES DE REFLEXION Y TRANSMICION DE LUZ, ASI COMO ACUMULACION DE HIELO Y NIEVE EN LA CUBIERTA Y EN EL CAMINO.

LOS ALTOS COSTOS DE TALES SISTEMAS, JUNTO CON SUS EXCESIVOS COSTOS DE MANTENIMIENTO, HAN IMPEDIDO SU USO GENERALIZADO.

OPTIMIZACION DE LA VISIBILIDAD EN EL INTERIOR DEL TUNEL.

PARA OPTIMIZAR EL USO DE LA LUZ NATURAL, ASI COMO DE LA ILUMINACION ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA, SE RECOMIENDA QUE LAS SUPERFICIES DE LAS PAREDES SEAN DE FACIL MANTENIMIENTO, ALTA REFLEXION Y ACABADO NO ESPEJO, TENIENDO UNA REFLECTANCIA DE POR LO MENOS DEL 50% INICIALMENTE.

EN TUNELES DONDE LA RELECTANCIA DE LA SUPERFICIE DEL TECHO PROPICIA LA UTILIZACION DE SISTEMAS DE ILUMINACION, COMO AQUELLOS QUE TIENEN EL TECHO CURVADO, ESTAS SUPERFICIES RECIBIRIAN IGUAL TRATAMIENTO. LAS PAREDES INTERIORES QUE TIENEN SUPERFICIE VERTICAL DE ALIVIO PARA REDUCIR EL RUIDO DEL TRAFICO PROPORCIONAN MAS BRILLANTEZ EN LAS PAREDES.

EN TUNELES CON TRAYECTORIA EN FORMA DE CURVA, O CON CURVA EN EL CAMINO CERCA DE LA ENTRADA A ESTE, SE PRESENTA UNA ALTA BRILLANTEZ DE LAS PAREDES QUE ES DE GRAN IMPORTANCIA EN EL CONOCIMIENTO DE LAS NECESIDADES DE DE VISIBILIDAD.

TUNELES RELATIVAMENTE ANGOSTOS DONDE LA RELACION DE ANCHO A ALTO ES APROXIMADAMENTE TRES O MENOS, NORMALMENTE DESARROLLAN UNA BUENA VISIBILIDAD COMO RESULTADO DE LUZ REFLEJADA DERIDO ALA REFLEXION DE LAS PAREDES.

TUNELES QUE TIENEN GRANDES VALORES DE ANCHO A ALTO NORMALMENTE REQUIEREN ILUMINACION COMPLEMENTARIA.

EN LAS ENTRADAS DEL TUNEL, LA LUZ DEL SOL QUE PENETRA PUEDE SER OPTIMIZADA CON EL USO DE TEXTURAS CONTROLADAS DE LA SUPERFICIE DE TECHO A PARED. EL USO DE PAREDES CORRUGADAS, PAVIMENTO DE ACABADO BURDO, U OTROS TRATAMIENTOS QUE PRODUCEN UN ALIVIO A LA SUPERFICIE, INCREMENTARAN LA RETROREFLEXION DE LUZ QUE ENTRA AL TUNEL A TRAVES DE LAS SUPERFICIES PLANAS.

TIPO DE SUPERFICIE DE PARED.

EL USO DE MATERIALES DE COLOR NEGRO EN LAS SUPERFICIES CERCANAS AL INTERIOR DEL TUNEL Y DE COLOR CLARO EN EL INTERIORA LO LARGO DE UNA DISTANCIA MENOR O IGUAL A LA S.S.S.D. REDUCIRA LA DIFERENCIA DE BRILLANTEZ DEL EXTERIOR Y EL INTERIOR. SIN EMBARGO, EL DISEÑADOR DEBE ACEPTAR LA POSIBILIDAD DE UTILIZAR RECUBRIMIENTOS EN EL FUTURO CON MATERIALES DE ACABADO MAS CLARO.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE LA ILUMINACION.

LAS CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE ILUMINACION DE TUNELES SON LAS SIGUIENTES :

- 1.-VELOCIDAD Y CANTIDAD DEL TRAFICO.
- 2.-BRILLANTEZ EXTERNA.
- 3.-CLASIFICACION DEL TUNEL.
- 4.-BRILLANTEZ DURANTE EL AMANEJER Y EL ANOCHECER.
- 5.-EQUIPO ELECTRICO Y DE ILUMINACION.
- 6.-EFECTO FLICKER. (PARPADEO).
- 7.-EFECTO DE ESCALERA.

1.-VELOCIDAD Y CANTIDAD DEL TRAFICO.

LOS TUNELES CON GRAN CANTIDAD DE TRAFICO CIRCULANDO A ALTA VELOCIDAD, REQUIEREN NIVELES MAS ALTOS DE ILUMINACION QUE LOS TUNELES CON POCA CIRCULACION Y MENOR VELOCIDAD.

LOS NIVELES DE ALTA BRILLANTEZ AYUDAN AL CONDUCTOR EN EL DESEMPEÑO SEGURO DEL MANEJO.

UN GRAN VOLUMEN DE TRAFICO AUMENTA LA POSIBILIDAD DE TENER UNA FRENADA INESPERADA O UNA MANIOBRA IMPREVISTA. LAS ALTAS VELOCIDADES REDUCEN EL TIEMPO NECESARIO PARA LA ADAPTACION DEL OJO Y PODER REACCIONAR ANTE UNA SITUACION PELIGROSA.

2.-BRILLANTEZ EXTERNA.

LA BRILLANTEZ EXTERNA DEBE SER CONSIDERADA, YA QUE EL OJO ESTA ADAPTADO AL NIVEL DE BRILLANTEZ EXTERIOR Y AL PASAR AL INTERIOR DEL TUNEL ENCONTRARA UN NIVEL DIFERENTE. O AL SALIR DE ESTE DESDE QUE EL CONDUCTOR SE APROXIMA AL TUNEL, MIRA LA ENTRADA DE ESTE Y POR LO TANTO PERCIBE LA BRILLANTEZ DE LA ENTRADA Y SU ENTORNO.

3.-CLASIFICACION DEL TUNEL.

LOS TUNELES CORTOS, CON UNA LONGITUD MENOR AL S.O.S.D., RECTOS Y SIN PENDIENTE EN CARRETERA, PUEDEN LLEGAR A PROPORCIONAR UNA BUENA VISIBILIDAD SIN NECESIDAD DE ILUMINACION COMPLEMENTARIA DURANTE EL DIA. EN ESTOS CASOS, LA VISIBILIDAD ES PROVISTA POR RESALTES DE CONTRASTE NEGATIVO, CON ALTOS VALORES DE BRILLANTEZ PROPORCIONADA POR LAS ENTRADAS DEL TUNEL.

EN TUNELES CON TRAYECTORIA CURVADA, DONDE LA SALIDA DEL, TUNEL NO ES VISIBLE AL ENTRAR A ESTE, SE REQUIERE DE ILUMINACION COMPLEMENTARIA. ESTOS TUNELES CORTOS PUEDEN TENER UNA ZONA ILUMINADA, IGUAL A LA BRILLANTEZ DE LA ZONA DE UMBRAL TOMADA DE LA SIGUIENTE TABLA.

LOS TUNELES LARGOS REQUIEREN DE ZONAS CON ILUMINACION CONSIDERABLE.

VALORES DE BRILLANTEZ RECOMENDADOS MANTENIDOS DE PAVIMENTO EN LA ZONA DE UMBRAL DE TUNELES DE CARRETERAS.

Características del Tunnel	Vel. de Tráfico		Volumen del Tráfico AAD *			
	MI/HR.	MILLAS/HR.	< 25,000	25-99,999	90-150,000.	> 150,000
			Candelas/m ²			
Tuneles en montañas, declive moderado pocas construcciones alrededor. Orientación Este-Oeste.	≥ 81	50	210	250	290	330
	61-80	38-49	180	220	260	300
	≤ 60	37	140	185	230	270
Tuneles con mayor declive, cuesta oscura. Portal con entornos de media brillantez promedio anual.	≥ 81	50	145	175	205	235
	61-80	38-49	130	160	190	220
	≤ 60	37	105	140	170	200
Portales cubiertos, superficies oscuras o construcciones alrededor de la entrada. Tuneles con reducción de brillantez exterior. Orientación Nor-Sur	≥ 81	50	90	100	115	130
	61-80	38-49	70	90	105	120
	≤ 60	37	60	80	95	110

* TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUALIZADO

4.-BRILLANTEZ DEL TUNEL DURANTE EL AVANCE Y EL RETORNO.

ZONA DE UMBRAL: LA BRILLANTEZ DEL TUNEL EN EL DIA EN LA ZONA DE UMBRAL DEBE SER RELATIVAMENTE ALTA PARA PROPORCIONAR VISIBILIDAD DURANTE LA ADAPTACION DEL OJO CUANDO EL CONDUCTOR ENTRA AL TUNEL. SE DEBE SELECCIONAR LA BRILLANTEZ APROPIADA PARA LA ZONA DE UMBRAL, EN CANDELAS SOBRE METRO CUADRADO PARA LA ZONA DE UMBRAL (DE LA TABLA ANTERIOR) . COMO SE PUEDE APRECIAR LA BRILLANTEZ REQUERIDA DEPENDE BASICAMENTE DE LAS CARACTERISTICAS DEL TUNEL Y DE VELOCIDAD DEL TUNEL Y CANTIDAD DEL TRAFICO. LA LONGITUD DE LA ZONA DE UMBRAL ILUMINADA, PUEDE SER DE 15 METROS MENOS QUE EL S.S.S.D. (S.S.S.D. - 15 METROS).

ZONA INTERIOR: LA LUZ DEL DIA EN EL INTERIOR DE UN TUNEL LARGO, ES MINIMA, POR TANTO LOS OJOS DEL CONDUCTOR TENDRAN QUE ADAPTARSE A LA BRILLANTEZ MAS BAJA DE LA ZONA DE UMBRAL. LA BRILLANTEZ EN LA ZONA INTERIOR DEL TUNEL DEBE TENER UN MINIMO DE 5 CANDELAS SOBRE METRO CUADRADO CON UNA UNIFORMIDAD QUE NO DEBE EXEDER DE 3 : 1, PROMEDIO A MINIMO.

ZONA DE TRANSICION: LA BRILLANTEZ DE LA LUZ DE DIA EN LA ZONA DE TRANSICION DEBE DISMINUIR DE LA ZONA DE UMBRAL A LA ZONA INTERIOR SOBRE UNA LONGITUD IGUAL AL S.S.S.D. LA ILUMINACION DE LA ZONA DE TRANSICION SE PUEDE LLEVAR ACABO DE VARIAS FORMAS: AUMENTAR EL ESPACIAMIENTO ENTRE LUMINARIOS, O COLOCAR MENOS LAMPARAS POR LUMINARIO EN EL CASO DE LUMINARIOS FLUORECENTES, COLOCAR LAMPARAS DE MENOR POTENCIA O COMBINACION DE TODO LO ANTERIOR.

LA BRILLANTEZ PUEDE SER REDUCIDA EN PARTES DEL MISMO TAMANO. LA PRIMERA PARTE PUEDE SER MAYOR O IGUAL A 1/4 DE LA BRILLANTEZ DE LA ZONA DE UMBRAL. LA ULTIMA PARTE PUEDE SER MENOR O IGUAL A DOS VECES LA BRILLANTEZ DE LA ZONA INTERIOR. LA ZONA INMEDIATA DEBERA SER MAYOR O IGUAL A 1/3 DE LA ZONA ANTERIOR.

DURANTE LA NOCHE: LOS OJOS DEL CONDUCTOR ESTAN ADAPTADOS A UN MENOR VALOR DE BRILLANTEZ EXTERIOR, POR LO TANTO SE RECOMIENDA UNA BRILLANTEZ MINIMA DE 2.5 CANDELAS SOBRE METRO CUADRADO PARA EL TUNEL COMPLETO.

VALORES DE UNIFORMIDAD.

LOS VALORES DE UNIFORMIDAD DENTRO DEL TUNEL PUEDEN SER IGUALES A AQUELLOS USADOS PARA LA ILUMINACION DE CARRETERAS EN GENERAL, (VER TABLA SIGUIENTE).

VALOR RECOMENDADO DE UNIFORMIDAD Y VALOR DE ATENUACION DE BRILLANTEZ PARA TUNELES.

CLASIFICACION DE AREA Y CARRETERA	UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA		VALOR MAXIMO DE ATENUACION DE LUMINANCIA Lv a Lave.	VALOR DE UNIFORMIDAD DEL NIVEL DE ILUMINACION E _{av} a E _{min} .
	L _{av} a L _{min} .	L _{max} a L _{min} .		
ANEXOS CLASE A	3.5 a 1	6 a 1	0.3 a 1	3 a 1
ANEXOS CLASE B	3.5 a 1	6 a 1	0.3 a 1	
CARRETERA RAPIDA	COMERCIAL	3 a 1	5 a 1	
	INDUSTRIAL	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1
	RESIDENCIAL	3.5 a 1	6 a 1	
CARRETERA FEDERAL	COMERCIAL	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1
	INDUSTRIAL	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1
	RESIDENCIAL	3.5 a 1	6 a 1	
CARRETERA ESPECIAL	COMERCIAL	3 a 1	5 a 1	
	INDUSTRIAL	3 a 1	6 a 1	0.4 a 1
	RESIDENCIAL	4 a 1	8 a 1	
CAMINO LOCAL	COMERCIAL	6 a 1	10 a 1	
	INDUSTRIAL	6 a 1	10 a 1	0.4 a 1
	RESIDENCIAL	6 a 1	10 a 1	

ANEXO DEL AMERICAN NATIONAL STANDARDS PRACTICE FOR ROADWAY LIGHTING, ANSI/IES RP-8-1963.

CONSERVACION DE INSTRUMENTOS.

LOS VALORES DE BRILLANTEZ RECOMENDADOS EN LA PRIMERA TABLA REPRESENTAN LOS VALORES MAS BAJOS DE SERVICIO QUE PUEDEN SER PERMITIDOS A LO LARGO DE LA VIDA DE OPERACION DEL SISTEMA, POR LO TANTO LA BRILLANTEZ INICIAL EN EL TUNEL, CUANDO RECIEN ESTA INSTALADO EL SISTEMA DEBE SER MAYOR PARA COMPENSAR LA DEPRECIACION DE LOS LUMENES DE LA LAMPARA, LA DEPRECIACION POR SUCIEDAD Y LA DEPRECIACION DE LA REFLECTANCIA DE LAS SUPERFICIES DEL TUNEL QUE SE PRESENTAN DESPUES DE LA INSTALACION DEL SISTEMA.

LA DEPRECIACION DE LOS LUMENES DE LA LAMPARA DEPENDE DEL TIPO DE ESTA.

LA DEPRECIACION POR SUCIEDAD EN LOS LUMINARIOS DEPENDE DE LA CONSTRUCCION DE ESTOS Y DEL CICLO DE LIMPIEZA QUE SE LES DA. SI LOS LUMINARIOS ESTAN BIEN SELLADOS Y LOS REFRACTORES SON LAVADOS FRECUENTEMENTE, LA PERDIDA DE LUZ POR SUCIEDAD ACUMULADA, SE PUEDE REDUCIR.

SI EL MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE LAMPARAS ES POBRE, LA PERDIDA DE LUZ PUEDE SER SEVERA.

EL DETERIORO EN LA REFLECTANCIA DE LAS SUPERFICIES DEL TUNEL DEPENDE DE LA FRECUENCIA Y MINUCIOSIDAD DE LA LIMPIEZA DE ESTAS SUPERFICIES.

CUANDO ESTOS TRES FACTORES DE DEPRECIACION SON TOMADOS EN CUENTA EL FACTOR DE PERDIDA DE LUZ PUEDE ESTAR EN EL RANGO DE 0.25 A 0.60 . ANTES DE ELEGIR UN SISTEMA DE ILUMINACION SE RECOMIENDA HACER UN ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS, COMPARANDO EL COSTO INICIAL DE LA INSTALACION, COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA, ASI COMO DE MANTENIMIENTO (CAMBIO DE LAMPARAS, LIMPIEZA DE LUMINARIOS Y LIMPIEZA DE LAS SUPERFICIES DEL TUNEL). LA DECISION FINAL DEBE SER TOMADA EN BASE AL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION Y COSTO DE MANTENIMIENTO QUE OFREZCA LA MAYOR ECONOMIA.

6.-FUENTES ELECTRICAS Y DE ILUMINACION.

FUENTES DE LUZ: LAS LAMPARAS FLUORESCENTES, Y DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA, SON LAS FUENTES DE LUZ MAS USADAS EN LA ILUMINACION DE TUNELES.

LAS LAMPARAS INCANDESCENTES RARA VEZ SE USAN EN LAS NUEVAS INSTALACIONES DEBIDO A SU BAJA EFICACIA Y CORTA VIDA.

LOS SIGUIENTES FACTORES INFLUYEN EN LA SELECCION DE LA FUENTE DE LUZ EN LA ILUMINACION DE TUNELES:

- 1.-EFICACIA.
- 2.-RENDIMIENTO DE COLOR Y SU EFECTO EN LOS SEÑALAMIENTOS Y SEÑALES DE TRAFICO.
- 3.-POTENCIA O LUMENES DE SALIDA.
- 4.-VIDA UTIL.
- 5.-DEPRECIACION DE LOS LUMENES DE LA LAMPARA.
- 6.-TEMPERATURA AMBIENTE.
- 7.-COSTO.
- 8.-TIEMPO DE REENCENDIDO.
- 9.-CAPACIDAD PARA CONTROLAR LA DISTRIBUCION DE LUZ.
- 10.-CAPACIDAD DE BAJAR SU INTENSIDAD LUMINICA.
- 11.-TAMANO FISICO.
- 12.-DURABILIDAD FISICA.

LUMINARIOS :

LOS LUMINARIOS PARA LA ILUMINACION DE TUNELES DEBEN SER RIGUROSAMENTE CONSTRUIDOS PARA RESISTIR LAS RUDAS CONDICIONES DE LA MAYORIA DE ESTOS. VIBRACION, TURBULENCIAS DE AIRE PROVOCADAS POR LOS VEHICULOS, HUMOS, SUCIEDAD DEL CAMINO SALINIDAD, LIMPIEZA PERIODICA CON DETERGENTES INDUSTRIALES Y ROCIADORES DE AGUA A ALTA PRESION PARA TRATAMIENTO ESPECIALES, SON ALGUNAS DE LAS CONDICIONES A LAS QUE ESTAN EXPUESTOS LOS LUMINARIOS.

LOS SIGUIENTES SON FACTORES QUE DEBEN SER EVALUADOS EN EL DISEÑO SELECCION, INSTALACION Y PRUEBA DE EQUIPO DE ILUMINACION:

- 1.-PREVENCION DE QUE VAPOR POLVO Y AGUA ENTREN AL LUMINARIO.
- 2.-FACILIDAD DE LIMPIEZA Y DE REEMPLAZO DE LAMPARAS Y PARTES.
- 3.-RESISTENCIA A LA CORROSION.
- 4.-CONSTRUCCION FISICA CAPAZ DE EVITAR MOVIMIENTOS O DEFORMACION DURANTE LA INSTALACION, USO Y SERVICIO.
- 5.-RESISTENCIA A ALTAS Y BAJAS TEMPERATURAS DE OPERACION EN EL INTERIOR DEL TUNEL.
- 6.-EXCESIVO DESLUMBRAMIENTO DEL LUMINARIO.

ENERGIA ELECTRICA Y CONTROL.

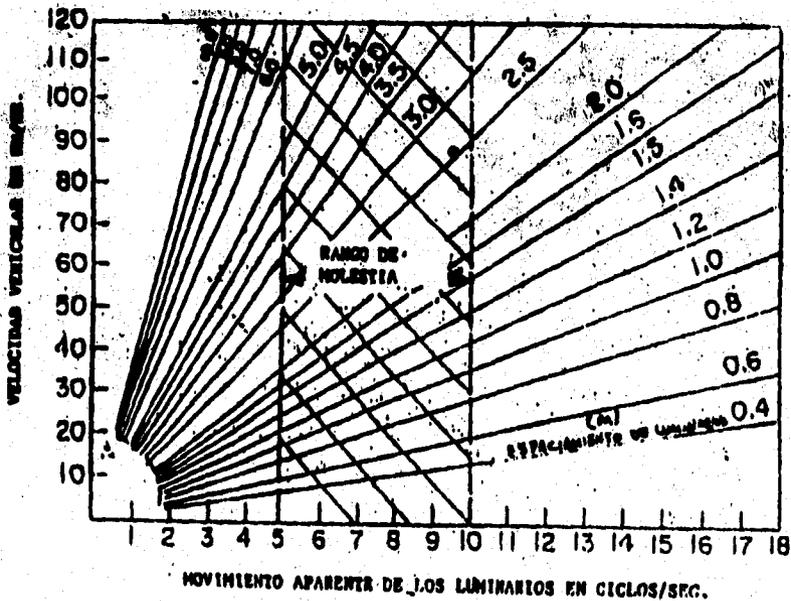
EL SUMINISTRO DE ENERGIA PARA LA ILUMINACION DE TUNELES DEBE SER CONFIABLE. INCLUSO UNA PERDIDA MOMENTANEA DE ENERGIA NO PUEDE SER TOLERADA DEBIDO A QUE SE PUEDEN PROVOCAR ACCIDENTES, CUANDO EL CONDUCTOR SE ENCUENTRA CON UNA COMPLETA OSCURIDAD. SE PUEDE GARANTIZAR LA SEGURIDAD EN EL INTERIOR DEL TUNEL UTILIZANDO DOS FUENTES SEPARADAS DE ENERGIA ELECTRICA QUE PUEDEN ENTRAR EN OPERACION AUTOMATICAMENTE AL MOMENTO DE FALLA DE ALGUNA DE ELLAS. SE PUEDE CONSIDERAR INCLUSIVE LA UTILIZACION DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA PARA SUMINISTRAR POR LO MENOS 1/5 DEL NIVEL DE ILUMINACION USADO EN LA NOCHE.

LOS REQUERIMIENTOS DE ILUMINACION DE TUNELES PUEDEN VARIAR DURANTE LA OPERACION COMO RESULTADO DE LA BRILLANTEZ EXTERNA DE LA CUAL VARIA DE ACUERDO AL CLIMA O A LA POSICION DEL SOL. SE PUEDEN HACER INSTALACIONES CON LUMINARIOS QUE PUEDEN SER ENCENDIDOS U OSCURECIDOS AUTOMATICAMENTE DE ACUERDO A DICHOS CAMBIOS DE LUMINARIOS.

6.-EFECTO FLICKER (CAMBIO).

EN EL INTERIOR DE UN TUNEL ILUMINADO, DONDE LUMINARIOS O SUS IMAGENES REFLEJADAS, ESTAN COMPLETAMENTE O PARCIALMETE A LA VISTA DE LOS OCUPANTES DEL VEHICULO, EL EFECTO ESTROBOSCOPICO DE PASAR CERCA DE FUENTES DE LUZ ESPACIADAS, PUEDEN PROVOCAR SENSACIONES INDESEABLES. EL EFECTO FLICKER DEPENDE DE LA INTENSIDAD DE CANDELAS DE LAS FUENTES CERCANAS A LOS OJOS DEL OBSERVADOR, LA UBICACION DE LA FUENTE CON RESPECTO AL CAMPO DE VISION DEL CONDUCTOR, Y LA FRECUENCIA CON QUE DICHAS FUENTES APARENTAN ESTAR MOVIENDOSE. LA FIGURA SIGUIENTE MUESTRA EL RANGO DE CICLOS POR SEGUNDO QUE ESTA MAS CERCANO A PRODUCIR ESTE EFECTO INDESEABLE.

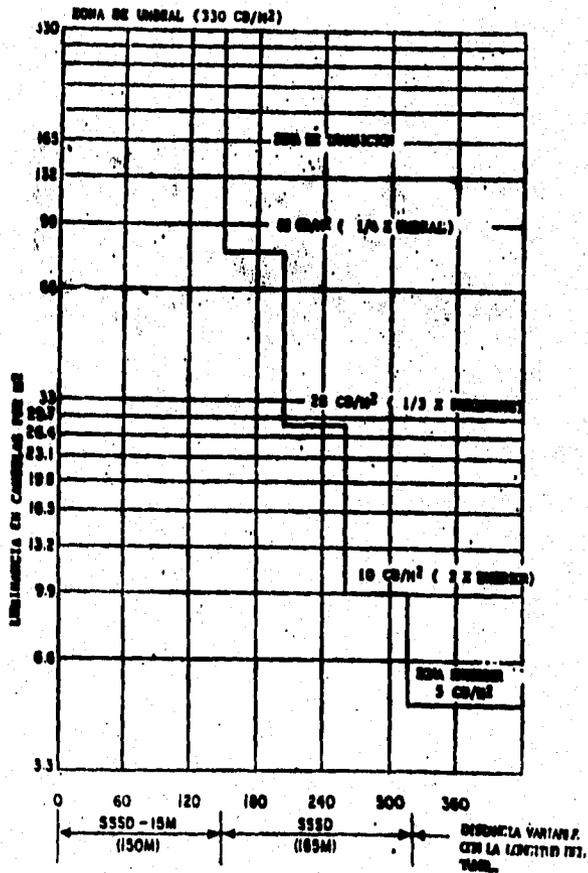
EL DISEÑADOR PUEDE EVITAR LUMINARIOS ESPACIADOS DENTRO DEL RANGO DE MOLESTIA MOSTRADO (5 A 10 CICLOS POR SEGUNDO).



LEVILA DE BRILLANCIA EN UN TORN.

PORTAL CON ALTA BRILLANTEZ EN SU ALREDEDOR; VELOCIDAD DEL TRAFICO 99 Km/hr; PROMEDIO DIARIO ANUAL DE TRAFICO MAYOR A 150 000 EN AMBAS DIRECCIONES.

LA BRILLANTEZ REQUERIDA EN LA ZONA DE UMBRAL ES POR LO TANTO DE LA PRIMER TABLA : 330 CANDELAS / M² Y LA S.S.S.D. ES DE 165 M, EN EL SIGUIENTE DIAGRAMA SE MUESTRA LA SOLUCION AL PROBLEMA.



CONCLUSIONES.

EL ANALISIS PARA EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ILUMINACION CONTIENE UNA EXTENSA INFORMACION REFERENTE AL PROCEEDIMIENTO GENERAL QUE SE DEBE SEGUIR, AUNQUE CON VARIANTES BIEN PRONUNCIADAS EN LA INSTALACIONES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES, EN CONCRETO PARA LOS TRES CASOS EN LOS QUE SE UTILIZAN LOS MISMOS FACTORES TALES COMO LOS COMPRENDIDOS EN LOS CAPITULOS 3, 4, 5, 6, 7, Y 9.

SIENDO LOS CAPITULOS 8, 10 Y 11 APLICABLES A LOS TIPOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ILUMINACION INOUSTRIALES Y DE TIPO CIVIL.

EL EL PRESENTE TRABAJO SE PRETENOE APORTAR UN MAXIMO DE INFORMACION HACERCA DEL TEMA, PARA QUE EL ESTUDIANTE INTERESADO LOGRE TENER UN COMPENDIO GENERALIZADO DE LAS I.E.E.I. YA QUE LA MAYORIA DE LOS LIBROS QUE TRATAN EL TEMA NO LO HACEN EN SU TOTALIDAD O SE ENFOCAN A DISTINTOS TEMAS EN PARTICULAR LO CUAL NOS PERMITE SEGUIR UNA SECUENCIA DEL TRABAJO YA QUE SE DEBEN TOMAR EN CUENTA DIVERSOS CRITERIOS ADEMAS DEL PROPIO Y EN EL CASO TRATADO EN PARTICULAR, SE TRATAN TODOS LOS TEMAS QUE DEBEN DE CONSIDERARSE EN EL ANALISIS PARA EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

ES ENTONCES UN ORGULLO PODER OFRECER TODA LA INFORMACION RECOPIADA A BASE DE UN ARDUO TRABAJO, ADEMAS DE LA IMPORTANTISIMA CONTRIBUCION DEL MATERIAL BIBLIOGRAFICO TANTO DE LOS INGENIEROS:

JAINE RODRIGUEZ MARTINEZ. MI ASESOR.
FRANCISCO GUTIERREZ SANTOS. MI PROFESOR.
CASILDO RODRIGUEZ ARCINIEGA. MI INSTRUCTOR.

PRETENDIENDO DE LA MISMA FORMA OFRECER UN GRAN CUMULO DE
CONOCIMIENTOS PARA USO GENERAL DEL ALUMNADO DE LA:
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN Y DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO EN GENERAL.

CONCLUSION.

PARA FUTURAS INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ILUMINACION, ADEMÁS DE INCORPORAR EL ASPECTO TEORICO Y PRACTICO SE DEBE DE CONSIDERAR FUNDAMENTALMENTE EL HUMANO QUE ES LA PARTE MAS IMPORTANTE EN EL ANALISIS PARA EL PROYECTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE ILUMINACION, ADEMÁS DE SEGUIR LOS CRITERIOS EMPLEADOS EN ESTA TESIS. POR LO QUE ES NECESARIO OBSERVAR Y RESPETAR LAS RECOMENDACIONES SIGUIENTES.

A).-REALIZAR LA INSTALACION DEL EQUIPO CONFORME LAS INSTRUCCIONES Y DIBUJOS QUE CONTENGA EL PROYECTO Y EN CUALQUIER CASO SE PRESTARA ATENCION A LO QUE ESTABLEZCAN LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.

B).-UTILIZAR HASTA DENDE SEA POSIBLE AREAS DONDE ALOJAR EQUIPO DE FABRICACION CONVENCIONAL, Y CUANDO LA SEGURIDAD BUSCADA SEA DEL 100% APEGARSE A LOS REGLAMENTOS Y NORMAS ESTABLECIDOS PARA TAL FINALIDAD, O SEA ALEJADOS COMPLETAMENTE DEL PELIGRO REDUCIENDO ASI SU ALTO COSTO Y LA POSIBILIDAD DE UN FUTURO ATENTADO EN CONTRA DEL PERSONAL HUMANO QUE LABORE EN LA INSTALACION,ASI MISMO SE REQUIERE DE PERSONAL ESPECIALIZADO PARA SU INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO.

BIBLIOGRAFIA.

NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL.
EDICION 1981.

EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES.
ING. GILBERTO ENRIQUEZ HARPER.
EDITORIAL LIMUSA. 1988. SEGUNDA REIMPRESION.

MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES.
ING. GILBERTO ENRIQUEZ HARPER.
EDITORIAL LIMUSA. 1992.

INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION PARA HOGARES Y OFICINAS.
EDWARD L. SAFFORD JR.
EDITORIAL NORIEGA LIMUSA. 1990.

APUNTES DEL CURSO DE INSTALACIONES ELECTRICAS E ILUMINACION.
ING. FRANCISCO GUTIERREZ SANTOS.
F.E.S.CUAUTITLAN. 1993.

CURSO DE ILUMINACION IMPARTIDO POR LA CIA. HOLOPHANE S.A. C.V.
ING. CASILDO RODRIGUEZ ARCINIEGA.
F.E.S.CUAUTITLAN. 1993.

GUIA RAPIDA A.B.B. CAPACITORES.

INSTALACIONES ELECTRICAS CONCEPTOS BASICOS Y DISEÑO.
N. BRATU E CAMPERO.
ED. ALFADMEGA.

TRATADO DE ELECTRICIDAD TOMO SEGUNDO "C.A."
CHESTER L. DAWES.
G. GILI S.A. DE C.V.