ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO ELÉCTRICO E ILUMINACIÓN DEL COMPLEJO TURÍSTICO 13 DE ABRIL DEL CANTÓN ARCHIDONA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO

TERESA ANABEL RODRÍGUEZ VILLACRÉS
anabel_ro@hotmail.com

DIRECTOR: DR. CARLOS FABIÁN GALLARDO QUINGATUÑA
carlos.gallardo@epn.edu.ec

Quito, Abril 2014

DECLARACIÓN

Yo, TERESA ANABEL RODRIGUEZ VILLACRES, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

Teresa Anabel Rodríguez Villacrés

CI: 180424150-1

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Teresa Anabel Rodríguez Villacrés, bajo mi supervisión.

_____

Dr. Carlos Gallardo
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hacer realidad este sueño anhelado.

A la ESCUELA POLITECNICA NACIONAL por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

A mi director de tesis, Ing. Luis Taco por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores, que durante toda mi carrera profesional, han aportado con un granito de arena para mi formación; gracias por sus consejos, enseñanzas y más que todo por su amistad.

De igual manera al Ing. Freddy Carrera quien con su apoyo me ha motivado durante mi formación profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida estudiantil a las que me gustaría agradecerles por su amistad, consejos, apoyo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.
Para mis padres Edwin y Jeannette, por su apoyo, consejos, comprensión en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han proporcionado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño para conseguir mis objetivos.
A mis hermanos Monserrath, Daniela y Mateo por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

"La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar". **Thomas Chalmers**

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN ii

CERTIFICACIÓN iii

AGRADECIMIENTO iv

DEDICATORIA v

RESUMEN 2

PRESENTACION. 3

INTRODUCCIÓN 4

OBJETIVOS. 5

GENERAL 5

ESPECIFICOS 5

ALCANCE. 6

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 7

GLOSARIO DE SIGLAS 7

CAPÍTULO 1. DESCRIPCION Y PLANIFICACION DEL PROYECTO. 8

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL. 8

1.1.1 ¿QUÉ SE VA HACER? 9

1.1.2 ¿EN DÓNDE SE VA HACER? 9

1.1.3 ¿PARA QUE SE VA HACER? 10

1.1.4 ¿QUÉ BENEFICIO SE VA A OBTENER? 10

1.2 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO. 10

1.2.1 INTRODUCCIÓN. 10

1.2.2 CARACTERÍSTICAS. 11

1.2.3 RELACIÓN ENTRE LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL. (14) 12

1.2.3.1 Fase de Planificación. 12

1.2.3.2 Fase de Ejecución 12

1.2.3.3 Fase de entrega o puesta en marcha. 12
1.2.3.4 Periodos de duración. 13
1.2.3.5 Actividades panificadas. 14
1.2.3.5.1 Compra de las bombas de presión para la Pileta Principal. 14
1.2.3.5.2 Requisición del MCC-Motor Control Center 15
1.2.3.5.3 Montaje electromecánico. 15
1.2.3.5.4 Puesta en Marcha 15
1.2.3.5.5 Diseño de la Red de servicio Eléctrico. 15
1.2.3.5.6 Montaje de tablero principal y subtableros de distribución. 16
1.2.3.5.7 Determinar el espacio físico. 16
1.2.3.5.8 Detalle de instalaciones eléctricas. 16
1.2.3.5.9 Estudio de Análisis de Carga 16
1.2.3.5.10 Diseño de mallas de PT. 16
1.2.3.5.11 Estudio de la demanda, balance de carga e iluminación 16

CAPÍTULO 2.- CRITERIOS DE DISEÑO 17

2.1 CRITERIO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR 17
2.1.1 MAGNITUDES FOTOMÉTRICAS (1) 18
2.1.1.1 Flujo Luminoso [Φ] 18
2.1.1.2 Rendimiento o eficacia luminosa [η] 18
2.1.1.3 Intensidad Luminosa [I] (en una dirección) 18
2.1.1.3.1 Conceptos previos: 19
2.1.1.4 Iluminancia o Iluminación [E] 20
2.1.1.5 Luminancia [*L*] 21
2.1.2 LEYES FUNDAMENTALES DE LA LUMINOTECNIA 22
2.1.2.1 Ley de la inversa del cuadrado de la distancia 22
2.1.2.2 Distribución luminosa - curva fotométrica 22
2.1.3 CONSIDERACIONES GENERALES. 24
2.1.3.1 Tipos de iluminación 24
2.1.3.2 Medio ambiente visual 25
2.1.3.3 Creación de impresiones mediante la iluminación 25
2.1.4 TIPO DE ILUMINACION CLASIFICADA POR SU ZONA (4) 26
2.1.4.1 Iluminación decorativa en pasillos y pasos peatonales 26
2.1.4.2 Iluminación de restaurantes y tiendas 26
2.1.4.3 Iluminación en zonas de trabajo exterior 27

2.1.5 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CABLES ELÉCTRICOS (7) 27

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN E ILUMINACIÓN DE AGUA 30

2.2.1 BOMBAS CENTRIFUGAS DE AGUA (5) 31

2.2.1.1 Dimensionamiento de las bombas y motores 32

2.2.1.2 Numero de bombas y caudal de bombeo 32

2.2.1.3 Potencia requerida por las bombas y motores 32

2.2.1.4 Valores normalizados de potencia 34

2.2.1.5 Aislamiento 35

2.2.1.6 Cerramientos ó Carcaza 35

2.2.1.7 Rotor 35

2.2.1.8 Inspección y Pruebas 36

2.3 CRITERIO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO. 36

2.3.1 INTRODUCCION 36

2.3.2 ASPECTOS GENERALES Y REQUERIMIENTOS DE INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS (10) 37

2.3.2.1 Descripción General de las Instalaciones 38

2.3.3 DESCRIPCIÓN, SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS (7) 39

2.3.3.1 Parámetros Eléctricos de los Cables Subterráneos 39

2.3.3.2 Selección del Cable por Corriente de Cortocircuito y por Sobrecarga 39

2.3.3.3 Selección del Cable por Esfuerzo Térmico 40

2.3.3.3.1 Pérdidas Técnicas en Redes Subterráneas 40

2.3.3.3.2 Instalación de Cables Subterráneos de Media Tensión 40

2.3.3.3.3 Parámetros a considerar previos a la instalación. 40

2.3.4 CENTROS DE CARGA SUBTERRÁNEO 41

2.3.4.1 Clasificación de los Centros de Carga Subterráneos 41

2.3.4.1.1 Según su misión. 41

2.3.4.1.2 De acuerdo a su ubicación. 42

2.3.4.2 Elementos y equipos constitutivos 42

2.3.4.2.1 Parámetros característicos de los aparatos eléctricos. 42

2.3.4.2.2 Equipo de media tensión. 43

CAPÍTULO TRES.- DISEÑO DE ILUMINACION ARQUITECTONICA 44

3.1 DISEÑO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR. (4) 44

3.1.1 REQUISITOS DEL ALUMBRADO 45

3.1.1.1 Deslumbramiento 46

3.1.1.2 Lámparas 46

3.1.1.3 Luminarias 46
3.1.1.4 Altura de montaje 47
3.1.2 CALCULOS FOTOMETRICOS (2) 47
3.1.2.1 Método de los lúmenes o del factor de utilización 48
3.1.2.2 Cálculo de alumbrado exterior (2) 48
3.1.2.2.1 Nivel de iluminancia 49
3.1.2.2.2 Factor de mantenimiento 49
3.1.2.2.3 Calcular el factor de utilización (η) 50
3.1.2.2.4 Altura de montaje (h) 50
3.1.2.3 CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN ENTRE LUMINARIAS (2) 51
3.1.3 DEFINICION DE AREAS EXTERIORES 53
3.1.3.1 Zona perimetral 53
3.1.3.1.1 Cálculos de iluminación para la zona perimetral 53
3.1.3.2 Zona de áreas verdes y peatonales 55
3.1.3.2.1 Cálculos de iluminación para la zona de aéreas verdes y peatonales 56
3.1.3.3 Zona de monumentos 57
3.1.3.3.1 Cálculos de iluminación para la zona de monumentos 57
3.1.3.4 Cancha deportiva cubierta 59
3.1.3.4.1 Cálculos de iluminación para la cancha deportiva. 59
3.2 ANÁLISIS, COMPARACIÓN Y ELECCIÓN DEL TIPO DE FUENTE LUMINOSA. 61
3.2.1 ELECCIÓN DE LA FUENTE LUMINOSA PARA LA ZONA PERIMETRAL 62
3.2.1.1 Lámparas LED 63
3.2.1.2 Luminaria para iluminación perimetral 65
3.2.1.2.1 Detalle del tipo de instalación 66
3.2.1.2.2 Distribuciones fotométricas: 66
3.2.1.2.3 Postes para la instalación 67
3.2.2 ELECCIÓN DE LA FUENTE LUMINOSA PARA LA ZONA DE ÁREAS VERDES Y PEATONALES 67
3.2.2.1 Luminaria para iluminación de áreas verdes y peatonales 68
3.2.2.1.1 Detalle del tipo de instalación 69
3.2.2.1.2 Distribuciones fotométricas: 70
3.2.2.1.3 Ventajas 70
3.2.2.1.4 Postes para la instalación 71
3.2.2.1.5 Ahorro energético de hasta el 75% 71
3.2.3 ELECCIÓN DE LA FUENTE LUMINOSA PARA LA ZONA DE MONUMENTOS (3) 72
3.2.3.1 Luminaria para monumentos 72

3.2.3.1.1 Detalle del tipo de instalación....73
3.2.3.1.2 Distribuciones fotométricas:....73
3.2.3.1.3 Dimensiones para la instalación....74
3.2.4 ELECCIÓN DE LA FUENTE LUMINOSA PARA LA CANCHA DEPORTIVA CUBIERTA....76
3.2.4.1 Luminaria para la cancha deportiva....76
3.2.4.1.1 Detalle del tipo de instalación....77
3.2.4.1.2 Distribuciones fotométricas:....77
3.3 PRESUPUESTO....77
3.3.1 PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA LA ILUMINACIÓN EXTERIOR....78
3.3.2 PROFORMAS PROPUESTAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO CORRESPONDIENTE AL SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR....81
CAPÍTULO CUATRO.- DISEÑO DEL SISTEMA DE PROPULSION DE AGUA....83
4.1 ANALISIS DE CARGA.....83
4.1.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE CARGA.....83
4.1.2 CÁLCULO DE PARÁMETROS DE CARGA. (6)....86
4.1.2.1 Altura de aspiración en bombas centrífugas....86
4.1.2.2 Bombas de propulsión de agua....87
4.1.2.2.1 Bombas Centrifugas....87
4.1.2.2.2 Bombas volumétricas....88
4.1.2.3 Selección de la bomba y cálculo de la elevación H....89
4.1.2.4 Cálculo del volumen....90
4.1.2.5 Cálculo de pérdidas de energía....91
4.1.2.6 Dimensionamiento de la bomba....94
4.1.2.7 Dimensionamiento del motor eléctrico....95
4.2 INVESTIGACIÓN DE MERCADO Y SISTEMAS QUE OFRECE....95
4.2.1 MOTOBOMBAS (5)....97
4.2.1.1 Motor síncrono....97
4.2.1.2 Motor asíncrono....98
4.3 DISEÑO DE SALIDAS PARA EL SISTEMA DE PROPULSIÓN E ILUMINACIÓN DE AGUA.....101
4.3.1 BOQUILLAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA (9)....103
4.3.2 ILUMINACIÓN DE PILETAS....106
4.3.3 GRADOS DE PROTECCIÓN SEGÚN IEC....107
4.3.4 LUMINARIAS LED PARA USO DE PILETAS DINÁMICAS....109

4.4 PRESUPUESTO *111*
4.4.1 PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE PROPULSION DE AGUA. ...111
4.4.2 PROFORMAS PROPUESTAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO CORRESPONDIENTE AL SISTEMA DE PROPULSIÓN DE AGUA 115

CAPÍTULO CINCO.- LA ACOMETIDA 117

5.1 DISEÑO ELÉCTRICO DEL ÁREA DE COMIDAS, ARTESANÍAS, PARQUEADEROS Y OTROS. *117*
5.1.1 LOCALES DE COMIDAS TÍPICAS: 117
5.1.2 LOCALES COMERCIALES: 118
5.1.3 OFICINA: 119
5.1.4 SALÓN DE ACTOS: 120
5.1.5 BATERIAS SANITARIAS: 121

5.2 DISEÑO DE LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN Y SUS PROTECCIONES. *122*
5.2.1 ESTUDIO DE CARGA 123
5.2.1.1 Factor de utilización 126
5.2.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. 126
5.2.3 DISEÑO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA. 127
5.2.3.1 Diseño operacional: 129
5.2.3.1.1 Diseño Operacional Geométrico: 129
5.2.3.1.2 Radio Equivalente de la superficie del terreno. 130
5.2.3.1.3 Corriente de Diseño: 131
5.2.3.1.4 Resistencia de la Malla (Rm). 132
5.2.3.1.5 Sección del cable o pletina de cobre para la malla de tierra. 132
5.2.3.1.6 Varillas Copperweld 133

5.3 PANELES DE CARGA. *134*
5.3.1 ESTUDIO DE BALANCE DE CARGA 134
5.3.1.1 Análisis de balance de carga 134
5.3.2 CALCULO DE LAS CAÍDAS DE VOLTAJE EN CADA UNO DE LOS CIRCUITOS. 138
5.3.2.1 Cable schedule report y cable sizing report 140
5.3.3 MODELO DE DISTRIBUCIÓN EN LOS TABLEROS 146
5.3.3.1 Panel de distribución del MCC 146
5.3.3.2 Tablero de Iluminación Perimetral. 149
5.3.3.3 Tablero principal de distribución. 151
5.3.3.4 Tablero de distribución secundario. 153

5.4 PRESUPUESTO. *154*
5.4.1 PRESUPUESTO DE LA ACOMETIDA ELECTRICA E INSTALACIONES INTERIORES 154
5.4.1.1 Presupuesto de materiales y equipos para la acometida 154
5.4.1.2 Proformas propuestas para la ejecución del proyecto correspondiente a la acometida eléctrica 156
5.4.2 ANALISIS ECONOMICO GLOBAL 158
5.4.2.1 Costo global del proyecto 158
5.4.2.2 Análisis económico 159
5.4.2.2.1 Período o Tiempo de Recuperación 161

CAPITULO SEIS.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 162

6.1 CONCLUSIONES *162*

6.2 RECOMENDACIONES *164*

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 166

ANEXOS 167

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1-1.- FLUJO LUMINOSO 18
FIGURA 2.1-5.- REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ILUMINANCIA. 21
FIGURA 2.1-6.- LUMINANCIA DE UNA SUPERFICIE 21
FIGURA 2.1-7.- LEY INVERSA DE LOS CUADRADOS 22
FIGURA 2.1-8.- ILUSTRACIÓN DE DIFERENTES CURVAS FOTOMÉTRICAS. 23
FIGURA 2.1-9.- REPRESENTACIÓN DE UNA CURVA FOTOMÉTRICA SIMÉTRICA 23
FIGURA 2.1-10.- REPRESENTACIÓN DE UNA CURVA FOTOMÉTRICA ASIMÉTRICA EN SENTIDO TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL 24
FIGURA 2.3-1.- REDES SUBTERRÁNEAS 38
FIGURA 2.3-2.- CABLES AISLADOS 39
FIGURA 2.3-3.- TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN 44
FIGURA 3.1-1.- ILUMINACIÓN EXTERIOR 45
FIGURA 3.1-2.- PARQUE EN LA NOCHE 45
FIGURA 3.1-3.- VARIOS TIPOS DE LUMINARIAS 47
FIGURA 3.1-4.- ILUMINACIÓN NOCTURNA 48
FIGURA 3.1-5.- FLUJO ÚTIL 50

FIGURA 3.1-6.- FACTOR DE UTILIZACIÓN 50
FIGURA 3.1-7.- DISTANCIA ENTRE LUMINARIAS 52
FIGURA 3.1-8.- DISTANCIA DE INSTALACIÓN DE REFLECTORES. (3) 58
FIGURA 3.1-9.- MODELO DE ILUMINACIÓN PARA UN MONUMENTO 59
FIGURA 3.2-1.- ILUMINACIÓN CON LÁMPARAS LED 64
FIGURA 3.2-2.- LUMINARIA HESTIA LED 65
FIGURA 3.2-3.- DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA DE LA LUMINARIA SCALA 67
FIGURA 3.2-4.- DETALLE DE LOS POSTES PARA LA INSTALACIÓN. 67
FIGURA 3.2-5.- LUMINARIA ISLA LED 69
FIGURA 3.2-6.- DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA DE LA LUMINARIA ISLA LED (3) 70
FIGURA 3.2-7.- DETALLE DE LOS POSTES PARA LA INSTALACIÓN. 71
FIGURA 3.2-8.- LUMINARIA ROCA LED 73
FIGURA 3.2-9.- DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA DEL REFLECTOR ROCCA 74
FIGURA 3.2-10DETALLE DE INSTALACIÓN (3). 75
FIGURA 3.2-11.- LUMINARIA PERCEPTO LED 77
FIGURA 3.2-12.- DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA DEL PERCEPTO 77
FIGURA 4.1-1.-BOMBA CENTRÍFUGA (6) 88
FIGURA 4.1-2.-BOMBA VOLUMÉTRICA (6) 88
FIGURA 4.2-1.- COMPONENTES DEL MOTOR ELÉCTRICO WEG 22 97
FIGURA 4.2-2.- BOMBA CENTRÍFUGA MONO-BLOQUE DE EJE HORIZONTAL 100
FIGURA 4.2-3.- NIVELES DE EFICIENCIA DE MOTORES EN 60 HZ, WEG, W22 101
FIGURA 4.3-1.- SISTEMA GENERAL DE PROPULSIÓN DE AGUA 102
FIGURA 4.3-2.- ESTATUS DE MANIOBRA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO 103
FIGURA 4.3-3.- BOQUILLA ACERO INOX-LATÓN SAFE-RAIN. (9) 104
FIGURA 4.3-4.- BOQUILLA TIPO ESFERA DE AGUA DE ACERO INOXIDABLE. (9) 105
FIGURA 4.3-5.- BOQUILLA DANZARÍA GIRATORIA CON DERIVACIONES, ACERO INOX-LATÓN. (9) 106
FIGURA 4.3-6.- MEZCLA DE COLORES RGB 107
FIGURA 4.3-7.- LUMINARIA DICROICA SUMERGIBLE LED DE LATÓN, IP68 110
FIGURA 4.3-8.- LUMINARIA LAKE, CON TECNOLOGÍA LED, IP68 110
FIGURA 4.3-9.- LUMINARIA TIPO CORONA DE LEDS, IP68 111
FIGURA 5.1-1.-INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL LOCAL DE COMIDA 117
FIGURA 5.1-2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL LOCAL COMERCIAL 119
FIGURA 5.1-3.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA OFICINA. 120
FIGURA 5.1-4.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL SALÓN DE ACTOS. 121
FIGURA 5.1-5.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EL BAÑO. 122

FIGURA 5.2-1.-SUELDA EXOTÉRMICA #90 EN PROCESO. FIGURA 5.2-2.-UNIÓN CONDUCTOR-VARILLA.....128
FIGURA 5.2-3.- FACTORES DE DECREMENTO SEGÚN EL TIEMPO DE FALLA. (11).....128
FIGURA 5.2-4.- ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.....134
FIGURA 5.3-1.- CARGA NO BALANCEADA FIGURA 5.3-2.- CARGAS BALANCEADAS.....137

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1-1. CAPACIDAD DE CONDUCTORES. (16).....30
TABLA 3.1-1.- ALTURA DE INSTALACIÓN. (4).....47
TABLA 3.1-2.- NIVELES DE ILUMINANCIA SEGÚN LA ZONA.(2).....49
TABLA 3.1-3.- FACTOR DE MANTENIMIENTO. (4).....49
TABLA 3.1-4.- TABLA DE NIVELES DE ILUMINANCIA SEGÚN LA ALTURA Y DISTANCIA. (4).....52
TABLA 3.2-1.- FLUJO LUMINOSO, SEGÚN EL TIPO DE LÁMPARA (12).....62
TABLA 3.2-2.- FLUJO LUMINOSO PARA LÁMPARA LED, SEGÚN EL FABRICANTE. (3).....62
TABLA 3.2-3.- REPRESENTA LOS DATOS DE LAS FUENTES LUMINOSAS.....63
TABLA 3.2-4.- EQUIVALENCIA APROXIMADA INCANDESCENTE/LED (2).....64
TABLA 3.2-5.- DETALLES DE LA LÁMPARA Y LUMINARIA.....66
TABLA 3.2-6.- DATOS PARA LÁMPARA LED (3).....68
TABLA 3.2-7.- REPRESENTACIÓN DE DATOS DE LAS FUENTES LUMINOSAS.....68
TABLA 3.2-8.- DETALLES DE LA LÁMPARA Y LUMINARIA (3).....69
TABLA 3.2-9.- REPRESENTACIÓN DE DATOS DE LAS FUENTES LUMINOSAS.....72
TABLA 3.2-10.- DETALLES DE LA LÁMPARA Y LUMINARIA.....73
TABLA 3.2-11.- DATOS PARA LA INSTALACIÓN DEL PROYECTOR (3).....74
TABLA 3.2-12.- REPRESENTACIÓN DE DATOS DE LAS FUENTES LUMINOSAS.....76
TABLA 3.2-13.- DETALLES DE LA LÁMPARA Y LUMINARIA (3).....77
TABLA 4.1-1.-COEFICIENTES DE HAZEN-WILLIAMS PARA RUGOSIDAD DE MATERIALES (6).....92
TABLA 4.1-2.-COEFICIENTES K EN PÉRDIDA DE SINGULARIDADES(6).....94
TABLA 4.3-1.-PRIMER DÍG. DE PROTECCIÓN IP, SEGÚN LA IEC 529 TABLA 4.3-2.-SEGUNDO DÍG. PROTECCIÓN IP(15).....108
TABLA 4.3-3.-REFERENCIA CRUZADA NEMA VS IEC 529 (15).....109
TABLA 4.4-1.-PRECIO DE EQUIPOS Y MATERIALES.....114
TABLA 4.4-2.-PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA Y MOVILIZACIÓN.....116
TABLA 5.1-1.- CARGAS ESTIMADAS PARA EL LOCAL DE COMIDA.....118
TABLA 5.1-2.- CARGAS ESTIMADAS PARA EL LOCAL COMERCIAL.....119
TABLA 5.1-3.- CARGAS ESTIMADAS PARA LA OFICINA.....120
TABLA 5.1-4.- CARGAS ESTIMADAS PARA EL SALÓN DE ACTOS.....121
TABLA 5.1-5.- CARGAS ESTIMADAS PARA EL BAÑO.....122

TABLA 5.2-1.-ESTUDIO DE CARGA 124
TABLA 5.2-2.- FACTOR DE DIVERSIDAD CON RELACIÓN AL NÚMERO DE USUARIOS. 125
TABLA 5.2-3.- CALIBRES DE CONDUCTORES EN $mm2$ 133
TABLA 5.3-1.- BALANCE DE CARGA ESTIMADA PARA EL DISEÑO. 136
TABLA 5.3-2- DATOS NECESARIOS PARA REALIZAR EL CABLE SCHEDULE (16) 138
TABLA 5.3-3.-CABLE SCHEDULE DEL SISTEMA. 143
TABLA 5.3-4.-CABLE SIZING REPORT 145
TABLA 5.3-5.-DISTRIBUCIÓN DEL PANEL DEL MCC 148
TABLA 5.3-6.- DISTRIBUCIÓN DEL PANEL DE ILUMINACIÓN PERIMETRAL 150
TABLA 5.3-7.- CONFIGURACIÓN DEL TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN 152
TABLA 5.3-8.- CONFIGURACIÓN DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO 153
TABLA 5.4-1.- PRECIO DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA LA ACOMETIDA 156
TABLA 5.4-2.- PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA Y MOVILIZACIÓN 157
TABLA 5.4-1.- COSTO TOTAL DEL PROYECTO 159
TABLA 5.4-2.- CARGOS TARIFARIOS CONELEC 160
TABLA 5.4-3.- COMPARACIÓN DEL COSTO ANUAL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN. 160

INDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 2.1-1.- INTENSIDAD LUMINOSA. (1) 19
ECUACIÓN 2.1-2.- ILUMINANCIA. (1) 20
ECUACIÓN 2.1-3.- LUMINANCIA. (1) 22
ECUACIÓN 2.1-4.- LEY DE LA INVERSA DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA. (1) 22
ECUACIÓN 2.2-1.- POTENCIA PARA LA BOMBA. (5) 32
ECUACIÓN 2.2-2.- ECUACIÓN DE CONTINUIDAD. (5) 33
ECUACIÓN 2.2-3.- DENSIDAD DEL FLUIDO PERMANENTE. (5) 33
ECUACIÓN 2.2-4.- CAUDAL CONSTATE. (5) 33
ECUACIÓN 3.1-1.- FACTOR DE UTILIZACIÓN. (2) 50
ECUACIÓN 3.1-2.- ALTURA DE MONTAJE. (2) 51
ECUACIÓN 3.1-3.- FACTOR DE UTILIZACIÓN TOTAL. (2) 51
ECUACIÓN 3.1-4.- FLUJO LUMINOSO EN FUNCIÓN DE DIVERSOS FACTORES. (2) 51
ECUACIÓN 3.1-5.- PARA DETERMINAR LA DISTANCIA. (2) 51
ECUACIÓN 3.1-6.- FÓRMULA PARA CALCULAR LA DISTANCIA DE INSTALACIÓN. (3) 58
ECUACIÓN 3.2-1.- LEY INVERSA DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA. (1) 61
ECUACIÓN 3.2-2.- INTENSIDAD LUMINOSA. (1) 61

ECUACIÓN 4.1-1.- FACTOR DE DEMANDA. (8) 84
ECUACIÓN 4.1-2.- FACTOR DE CARGA. (8) 84
ECUACIÓN 4.1-3.- FACTOR DE DIVERSIDAD. (8) 85
ECUACIÓN 4.1-4.- FACTOR DE SIMULTANEIDAD. (8) 85
ECUACIÓN 4.1-5.- FACTOR DE CRECIMIENTO. (8) 85
ECUACIÓN 4.1-6.- FACTOR DE UTILIZACIÓN. (8) 86
ECUACIÓN 4.1-7.- FACTOR DE PLANTA. (8) 86
ECUACIÓN 4.1-8.- POTENCIA DE LA BOMBA. (5) 89
ECUACIÓN 4.1-9.- ALTURA DINÁMICA TOTAL DE BOMBEO. (6) 89
ECUACIÓN 4.1-10.- CÁLCULO DE CAUDAL. (6) 90
ECUACIÓN 4.1-11.- PÉRDIDAS DE CARGA TOTAL. (6) 91
ECUACIÓN 4.1-12.- PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS RECTAS. (6) 91
ECUACIÓN 4.1-13.- PÉRDIDA DE CARGA EN ACCESORIOS Y CURVAS. 93
ECUACIÓN 4.1-14.- DIMENSIONAMIENTO DEL MOTOR ELÉCTRICO. (5) 95
ECUACIÓN 4.2-1.- VELOCIDAD DE SINCRONISMO DE LA MAQUINA 98
ECUACIÓN 4.2-2.- VELOCIDAD DE SINCRONISMO 99
ECUACIÓN 4.2-3.- VELOCIDAD DE DESLIZAMIENTO. 100
ECUACIÓN 5.2-1.- DEMANDA DE DISEÑO. (8) 125
ECUACIÓN 5.2-2.- FACTOR DE UTILIZACIÓN. (8) 126
ECUACIÓN 5.2-3.- POTENCIA APARENTE MÁXIMA DE LA CARGA. (8) 126
ECUACIÓN 5.2-4.- CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO. (11) 128
ECUACIÓN 5.2-5.- DISEÑO OPERACIONAL GEOMÉTRICO. (11) 129
ECUACIÓN 5.2-6.- CÁLCULO DE NÚMERO DE CONDUCTORES. (11) 130
ECUACIÓN 5.2-7.- CORRIENTE DE DISEÑO. (11) 131
ECUACIÓN 5.2-8.- TIEMPO DE DURACIÓN DE LA FALLA. (11) 131
ECUACIÓN 5.2-9.- FACTOR DE DECREMENTO 131
ECUACIÓN 5.2-10.- RESISTENCIA DE LA MALLA. (11) 132
ECUACIÓN 5.2-11.- SECCIÓN DEL CABLE. (11) 133
ECUACIÓN 5.3-1.- PÉRDIDAS DE ENERGÍA. (10) 134
ECUACIÓN 5.3-2.- CORRIENTE POR EL NEUTRO. 136

RESUMEN

El presente proyecto consta de seis capítulos, en donde se describe el diseño técnico de varios puntos importantes dentro del sistema eléctrico y de iluminación de un complejo turístico que está constituido por diferentes áreas.

En el primer capítulo se describe en forma general el cuerpo del proyecto, planificando las actividades principales y de forma general el tiempo en que este será diseñado y ejecutado.

El segundo capítulo está enfocado en los criterios de diseño para el sistema de iluminación exterior, sistema eléctrico subterráneo al igual que los detalles del sistema de propulsión de agua, siendo estos indispensables para el diseño a efectuarse.

En el tercer capítulo constan del diseño de iluminación exterior, aquí se escogerá el tipo de fuente luminosa, con la ayuda de las características requeridas para lograr los ambientes deseados; se realizara un análisis de costos. Todo esto para garantizar la seguridad, confort y estética del sistema.

El cuarto capítulo describe todo acerca del sistema de propulsión de agua, el análisis de la carga que se va a instalar, las características de los equipos y la disponibilidad de los mismos en el mercado.

El quinto capítulo abarca lo referente a la parte de diseño eléctrico de las áreas restantes, cámara de transformación y por último la acometida que alimentara al complejo con todas las protecciones requeridas. Todo esto acompañado del respectivo estudio general de costos.

En el sexto capítulo se describe las conclusiones obtenidas del presente trabajo y se resalta las principales recomendaciones que serán de utilidad para evitar trabas

tanto en el desarrollo normal del proyecto como en el mantenimiento preventivo en función de su adecuada vida útil.

Así mismo se presenta las referencias bibliográficas y los anexos involucrados para la mejor comprensión del presente proyecto de titulación.

PRESENTACION.

Un sistema eléctrico y de iluminación confiable, confortable y eficientes es aquel que brinda un servicio de calidad, a bajos costos y con un consumo mínimo de energía eléctrica, ayudando de esta forma a la conservación del recurso energético.

Para obtener un sistema de estas características, se presenta un proceso completo de diseño de las componentes principales de un sistema eléctrico y de iluminación para complejos turísticos.

El presente documento es el producto del análisis, revisión, consolidación y procesamiento de antecedentes necesarios e información general de problemas frecuentes en sistemas eléctricos de parques que gozan de un consumo de energía considerable, proporcionando soluciones técnicas en ahorro de energía con un sistema operativo confiable.

Se pone a consideración un sistema de decoración con agua, en la parte de las piletas, que ayuda a esquematizar un diseño sencillo y de fácil comprensión, sin necesidad de acceder a sistemas de control sofisticados, con esto se busca reflejar la versatilidad en el uso de equipos que se encuentran fácilmente en el mercado y a su vez de fácil mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

El alumbrado exterior es, sin duda, una de las aplicaciones más habituales e importantes de la iluminación. La posibilidad de realizar actividades más allá de los límites naturales ha abierto un abanico infinito de posibilidades desde iluminar calles y vías de comunicación hasta aplicaciones artísticas, de recreo, industriales, etc.

Para el estudio de la iluminación se toma como base la luminotecnia; que es la ciencia que se encarga de estudiar las diferentes formas de producción de luz, así como su control y aplicación; es decir, el arte de la iluminación con luz artificial para fines específicos. La iluminación es la más antigua y difusa de las aplicaciones de la electricidad.

La luz eléctrica es la más cómoda, limpia, segura o higiénica de los otros tipos de luz artificial; sin embargo, requiere de una correcta utilización en forma eficiente y económica; y tomando en cuenta que las fuentes de generación de energía eléctrica están constituidas por energéticos primarios, como el petróleo, que constituyen fuentes no renovables.

El problema del alumbrado o de iluminación interior a exterior, es obtener una buena iluminación con un menor consumo de energía eléctrica.

La iluminación artificial tiene como objeto reemplazar a la natural cuando esta falta o es escasa y debe parecerse lo más posible a la iluminación natural. Por lo general, la persona que se encarga del proyecto y la ejecución de una instalación eléctrica, no la relaciona con el problema de la iluminación, ya sea de casas, oficinas o instalaciones industriales, considerando para esto, eficiencia luminosa, estética y economía; esto hace necesario la comprensión de algunos conceptos de iluminación y su relación directa con las instalaciones eléctricas.

El conocimiento de las características y especificaciones técnicas de las distintas fuentes luminosas de los aparatos o equipos de iluminación, de los métodos de cálculo y algunos otros aspectos de la iluminación, es importante para las personas relacionadas con las instalaciones eléctricas.

Para esto se tratará en este documento lo concerniente a las iluminación y siendo más específicamente, a la iluminación exterior.

OBJETIVOS.

GENERAL

Diseñar el sistema eléctrico e iluminación arquitectónica del complejo turístico 13 de Abril del cantón Archidona en provincia de Napo, con este proyecto se quiere garantizar el funcionamiento eficiente, confiable y sugestivo del sistema eléctrico e iluminación. Así como ofrecer un ambiente turístico a los visitantes, mediante locales comerciales para artesanías y comidas típicas.

ESPECIFICOS

- Diseño eléctrico eficiente del sistema de iluminación en el complejo turístico.
- Diseño del sistema de propulsión de agua para las piletas decorativas.
- Realizar el estudio de la carga proyectada; Con esta información realizar el estudio de carga (factor de carga, factor de demanda, factor de crecimiento de la demanda, factor de utilización y demanda máxima).
- Dimensionar un transformador para servir a dicho sistema.
- Diseño de la acometida en media tensión para el complejo turístico.

ALCANCE.

Mediante este proyecto se desea lograr un ambiente de comodidad y seguridad, en el complejo turístico 13 de abril, con la ayuda del diseño de un sistema eléctrico eficiente.

El complejo turístico cuenta con varias aéreas, las mismas que serán atendidas de acuerdo a sus necesidades; entre estas se pueden resaltar las siguientes aéreas: locales comerciales para artesanías y comidas típicas, espacios verdes, parqueaderos, juegos infantiles, zona de piletas, cancha deportiva.

El sistema de iluminación exterior tendrá un acabado decorativo y agradable, al mismo tiempo que será eficiente y de última tecnología.

Se realizará la instalación de un sistema novedoso para la propulsión de agua, que será atractivo y moderno, para lograr un ambiente único y causar la atención de los visitantes.

Se desea implementar el uso de cocinas de inducción, sistemas de refrigeración y ventilación de última tecnología; en la zona de comidas típicas, para así garantizar el uso eficiente de la energía.

El presente proyecto se diseñará en el tiempo indicado en el cronograma de actividades.

Para finalizar de la mejor manera el presente proyecto, se abordarán todos los aspectos de un diseño eficiente, confiable y estético; de todo el sistema eléctrico que comprende el complejo turístico.

Este trabajo servirá de guía para los profesionales y estudiantes que realicen trabajos similares, ya que este proyecto se basará en normas vigentes a nivel nacional e internacional, en lo que se refiere al área de iluminación decorativa, sistemas de propulsión de agua e instalaciones eléctricas.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo sostenido de nuestro país, que a su vez implica, el crecimiento progresivo y dinámico de cada una de sus provincias; ha impulsado, a la municipalidad del cantón Archidona de la provincia de Napo, a crear un aérea de recreación y que a su vez sirvan como una carta de presentación y un atractivo turístico.

Al contar con un área lo suficientemente extensa, de aproximadamente 120m X 90m, para usarla como un complejo turístico; se presenta la necesidad de realizar el diseño eléctrico, basado en últimas tecnologías en iluminación y sistemas de propulsión, para garantizar el uso eficiente de la energía.

El complejo turístico se encuentra distribuido en varias áreas, ya antes mencionas; y cada una de ellas necesita un estudio específico para que el diseño eléctrico sea eficiente y cumpla con las normas vigentes y así brindar un sistema seguro y moderno.

GLOSARIO DE SIGLAS

PCR	Power Control Rum
EEASA	Empresa Eléctrica Ambato
EEQ	Empresa Eléctrica Quito
MRs	Requisicion de Materiales
MCC	Motor Control Center
PT	Puesta a Tierra
kV	Kilo voltio
KVA	kilo voltamperio
TPD	Tablero principal de distribucion
TDS	Tablero de distribucion secundario
TM	Tablero de medidores
LP	Tablero de iluminación

CAPÍTULO 1. DESCRIPCION Y PLANIFICACION DEL PROYECTO.

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

En este capítulo se realiza una descripción completa del proyecto a diseñar.
Además, se detallará la planificación del mismo en toda su extensión.
Antes de empezar a diseñar un proyecto, se deben conocer todos los antecedentes, los mismos que luego nos ayudarán a tomar decisiones, para poder resolver los problemas que se presenten durante el desarrollo normal del proyecto; evitando de esta forma un retraso en el cronograma de actividades establecido al inicio del proyecto, ya que esto influye directamente en la parte económica.

Para evitar estos inconvenientes vamos a contestar las siguientes preguntas.
¿Qué se va hacer?
¿En dónde se va hacer?
¿Para qué se va hacer?
¿Qué beneficios se va a obtener?

Con estas preguntas claras, es importante pensar en el trabajo del proyecto partiendo de la consecuencia que tiene lugar en varias etapas a las que se hace referencia el ciclo del proyecto, a fin de recalcar que tiene una vinculación reciproca estrecha y sigue una progresión lógica en la que las etapas precedentes ayudan a proporcionar la base para la renovación del período a través del trabajo subsiguiente del proyecto.
Es la primera fase del período de los proyectos, identificar ideas que sean de ayuda colectiva, a fin de alcanzar un beneficio común, determinando un objetivo importante de desarrollo. Estas ideas del proyecto debe someterse a una prueba inicial de viabilidad, es decir debe haber alguna seguridad de que se encontrarán soluciones técnicas a costos proporcionales a los beneficios que se desea obtener.

Estos beneficios serán indicadores de la eficiencia del proyecto y la eficacia de la preparación realizada. Esta preparación debe abarcar toda la gama de condiciones técnicas, económicas y financieras necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto.

Para tener claro el desarrollo técnico del proyecto se debe examinar las opciones técnicas consideradas, las soluciones propuestas y los resultados esperados, es decir, tener presente el diseño, ubicación de las instalaciones, tecnología utilizada, procedimiento a emplearse en dichas instalaciones.

Para una breve descripción, se procede a contestar las preguntas anteriormente planteadas:

1.1.1 ¿QUÉ SE VA HACER?

Se diseñará un sistema eléctrico e iluminación eficiente de un complejo turístico, en donde, se tendrá presente el diseño arquitectónico de iluminación en varias áreas, una cámara de transformación con las protecciones correspondientes, un estudio de carga proyecta para las diversas área del complejo, diseño de acometidas que servirán para la alimentación de las diferentes zonas y mejoramiento del factor de potencia.

1.1.2 ¿EN DÓNDE SE VA HACER?

Estos diseños se los realizara en el complejo turístico 13 de abril, que se encuentra ubicado en el cantón Archidona perteneciente a la provincia de Napo.

Los diseños se realizan verificando el espacio físico disponible en cada una de las diferentes áreas. Sera necesario un PCR espacio interior para la ubicación del equipo eléctrico y metal-mecánico, esto se refiere a Tableros para el equipo eléctrico y metal-mecánico, esto se refiere a Tableros Principales de Distribución (TPD), Subtableros de Distribución (STD); Y todo el equipo y dispositivos eléctricos que en éstos se alojan, en la red subterránea.

1.1.3 ¿PARA QUE SE VA HACER?

La evaluación financiera tiene varias finalidades, una de ellas es que haya suficientes fondos para cubrir los costos de ejecución del proyecto. Una parte importante de la evaluación financiera es que exista un plan calendario previsto.

Cabe mencionar que en proyectos de empresas productivas, este concepto se toma como: "Una actividad de inversión a la que se destinan recursos financieros para crear bienes de capital que producen beneficios durante un periodo prolongado", sin embargo el proyecto a diseñarse no se trata de un propósito con fines de lucro, sino de bienestar, comodidad y seguridad para los visitantes y habitantes del lugar.

1.1.4 ¿QUÉ BENEFICIO SE VA A OBTENER?

El beneficio principal será tener un complejo turístico que atraiga a los turistas y al mismo tiempo que los habitantes del lugar puedan disfrutar de un lugar cómodo y seguro para compartir con su familia.

A su vez se brinda un sistema eficiente, gracias al uso de sistemas de última tecnología, en lo que a iluminación arquitectónica se refiere. Con la ayuda de estas tecnologías se puede encontrar una gran variedad en las características de los equipos que se usarán.

1.2 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.

1.2.1 INTRODUCCIÓN.

La planificación cumple dos propósitos principales en las organizaciones: el protector y el afirmativo. El propósito protector consiste en minimizar el riesgo, reduciendo la incertidumbre que rodea siempre en grandes proyectos, las consecuencias de una acción determinada podría retrasar el cronograma de actividades. El propósito de la planificación consiste en elevar el nivel de éxito organizacional.

"[1]La planificación es el proceso de establecer metas y elegir medios para alcanzar dichas metas".

Un propósito adicional de la planificación consiste en coordinar los esfuerzos y los recursos dentro de la organización.

Con esto obtenemos un proceso continuo que refleja los cambios del ambiente en torno a cada organización y busca adaptarse a ellos.

Uno de los resultados más significativos del proceso de planificación es una estrategia para la organización y el proceso de ejecución.

Por otro lado, existen varios factores que pueden afectar a la planificación: los eventos inesperados, la inquietud, la existencia de insuficiente información, la falta de habilidad en la utilización de los métodos de planificación y ejecución, los elevados gastos que implica, entre otros.

1.2.2 **CARACTERÍSTICAS.**

“Para plasmar una buena planificación se debe tener un plan estratégico que cumpla las siguientes características: Un plan amplio, unificado e integrado que relaciona las ventajas estratégicas, amigable con el ambiente y se diseña para alcanzar los objetivos del proyecto; este plan es la respuesta de la organización a su entorno en el transcurso del tiempo, además es el resultado final de la planificación estratégica. Asimismo, para que una estrategia sea útil debe ser consistente con los objetivos organizacionales.”

En forma general se piensa que el proceso de administración estratégica consiste en cuatro pasos secuenciales continuos:

a) Formulación de la estrategia.
b) Implantación de la estrategia.
c) Medición de los resultados de la estrategia.
d) Evaluación de la estrategia.

[1] Definición de Planificación: Stoner, 1996.

1.2.3 RELACIÓN ENTRE LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL. (14)

"La planificación del proyecto proporciona estándares (indicadores) de control contra los cuales puede medirse el desempeño. Si existe una desviación significativa entre el desempeño real y el planeado, puede tomarse una acción correctiva. Como estándares de control se puede encontrar los presupuestos ya que estos proporcionan la base para estándares continuos de control durante todo el ciclo del proyecto. Si el desempeño real en el diseño o ejecución del proyecto no corresponde estrictamente al desempeño planeado y presupuestado, hace que se aplique una acción correctiva."

Desde un punto de vista muy general puede considerarse que todo proyecto tiene tres grandes etapas:

1.2.3.1 **Fase de Planificación.**

Se trata de establecer cómo el equipo de trabajo deberá satisfacer las restricciones de prestaciones, planificación temporal y costo. Una planificación detallada da consistencia al proyecto y evita imprevistos que nunca son bien recibidos.

1.2.3.2 **Fase de Ejecución.**

Representa el conjunto de acciones, tareas y actividades que suponen la realización propiamente dicha del proyecto, la ejecución de la obra de que se trate. Responde, ante todo, a las características técnicas específicas de cada tipo de proyecto y supone poner en juego y gestionar los recursos en la forma adecuada para desarrollar la obra en cuestión. Cada tipo de proyecto responde en este punto a su tecnología propia, que es generalmente bien conocida por los técnicos en la materia.

1.2.3.3 **Fase de entrega o puesta en marcha.**

El presente proyecto está destinado a finalizar en el plazo mencionado, culminando en la entrega de la obra al cliente o la puesta en marcha del sistema desarrollado, comprobando que funciona adecuadamente y responde a las especificaciones en su momento aprobadas. Esta fase es también muy importante no sólo por representar la culminación de la operación sino por las dificultades que

suele presentar en la práctica, alargándose excesivamente y provocando retrasos y costes imprevistos.

A estas tres grandes etapas es conveniente añadir otras dos que, si bien pueden incluirse en las ya mencionadas, es preferible nombrarlas de forma independiente ya que definen un conjunto de actividades que resultan básicas para el desarrollo del proyecto en mención, estas son:

La fase de iniciación que define los objetivos del proyecto y de los recursos necesarios para su ejecución. Las características del proyecto implican la necesidad de una fase o etapa previa destinada a la preparación del mismo, fase que tienen una gran trascendencia para la buena marcha del proyecto y que deberá ser especialmente cuidada. Una gran parte del éxito o el fracaso del mismo se establecen principalmente en estas fases preparatorias que, junto con una buena etapa de planificación, algunas personas tienden a menospreciar, deseosas por querer ver resultados excesivamente pronto.

La etapa final es la fase de control que tiene que ver con la monitorización del trabajo realizado analizando cómo el progreso difiere de lo planificado e iniciando las acciones correctivas que sean necesarias. Incluye también el liderazgo, proporcionando directrices a los recursos humanos, contratados e incluso subcontratados para que hagan su trabajo de forma efectiva y a tiempo.

El tiempo es un factor muy importante en el diseño y ejecución de un proyecto, por este motivo es indispensable ordenar la secuencia de las actividades a realizarse, estableciendo un intervalo de éste para realizar cada actividad. La duración de éste no debe exceder del intervalo indicado, caso contrario se tomará soluciones acorde al cronograma de actividades y a las tareas asignadas al personal encargado de ejecutarlas, considerando que el tiempo perdido no se recupera.

1.2.3.4 **Periodos de duración.**

Los periodos generales de duración los podemos ver a continuación:

a.- El proyecto se realiza en 3 meses calendario considerando las MRs (Material Requisition) de todos los materiales (Luminarias, Transformador, Bombas, Tableros de Distribución, MCC-Motor Control Center).

b.- Los estudios necesarios para este proyecto se realizarán en tres meses, conjuntamente con la preparación para instalación de las luminarias y equipos.

c.- Conjuntamente a lo anterior, se realizará los estudios complementarios especificados, como: Mejoramiento del factor de potencia de las instalaciones, puestas a tierras e integración de las protecciones eléctricas contra descargas atmosféricas que se llevaran a cabo en un periodo de 3 semanas.

d.- Se considera un mes calendario de prórroga por imprevistos.

1.2.3.5 **Actividades panificadas.**

Observaciones.

La información principal que se necesita para empezar el diseño es:

Espacio adecuado para construir el PCR en donde se ubicaran los diferentes equipos eléctricos.

Planos civiles topográficos del área total del parque y sus diferentes áreas, preferentemente en medio digital.

Informe y estudio de suelos del área a ser utilizada.

Informe de movimiento de tierras y nivel freático del área involucrada para el proyecto. Para esta tarea se toma en cuenta la colaboración de los profesionales civiles y topógrafos encargados del proyecto.

Información acerca del tipo de suelo del lugar, dato de resistividad necesario para el diseño de la malla de puesta a tierra.

Después de lo mencionado se ruega la colaboración de la autoridad competente para tramitar algunos asuntos, con respecto a la interacción del grupo de trabajo con la EEASA en temas la disponibilidad y disposición del alimentador en media tensión para satisfacer la demanda total del parque y sus diferentes áreas.

Para cumplir con el alcance del proyecto y optimizar tiempo, se realiza las MRs de los equipos que se demoran más tiempo en proceso de compra.

1.2.3.5.1 Compra de las bombas de presión para la Pileta Principal.

1.- Análisis de los requerimientos y especificaciones técnicas de los equipos, Data Sheet y número de parte.

2.- Presentación de las cualidades más relevantes del equipo adquirido para el análisis de carga y puesta en servicio del mismo, así como de imprevistos.
3.- Pruebas de Recepción en fábrica y manual de usuario.

1.2.3.5.2 Requisición del MCC-Motor Control Center

1.- Tecnología a ser utilizada.
2.- Especificación técnica.
3.- Nivel de protección IP y NEMA, según la disposición de equipos.
4.- Numero de alimentadores.
5.- Numero de Incomings (Entrada de alimentación).
6.- Tipo y capacidad de barraje.
7.- Tipo y tamaño de los arrancadores para los motores.

1.2.3.5.3 Montaje electromecánico.

1.- Revisión de construcción civil, para garantizar el soporte para los equipos eléctricos) Transformador, MCC, etc.).
2.- Actividades eléctricas dentro del PCR, como: tendido de cable, iluminación, colocación de protecciones.
3.- Detalles de instalación de luminarias.
4.- Montaje eléctrico (conexiones tableros).
5.- Conexión de puesta tierra PT.

1.2.3.5.4 Puesta en Marcha.

1.- Pruebas pre funcionales de los tableros y cableado.
2.- Pruebas de aceptación en sitio del Transformador y MCC.
3.-Pruebas Funcionales de las bombas de presión.

1.2.3.5.5 Diseño de la Red de servicio Eléctrico.

1.- Estudio de carga EEASA.
2.- Planos en media Tensión.
3.- Cámara de Transformación.
4.- Planos en Baja Tensión.

1.2.3.5.6 Montaje de tablero principal y subtableros de distribución.

1.- Armado de tableros principales de distribución.

2.- Montaje de subtableros.

3.- Montaje de instrumentos en los tableros.

4.- Conexión de puesta a tierra.

1.2.3.5.7 Determinar el espacio físico.

1.- Determinar el espacio físico óptimo para la construcción del PCR.

2.- Determinar el espacio físico para la correcta disposición de equipos.

1.2.3.5.8 Detalle de instalaciones eléctricas.

1.- Tableros generales de distribución.

2.- Sub tableros de distribución.

3.- Acometida y transformador.

4.- Instalaciones generales.

1.2.3.5.9 Estudio de Análisis de Carga.

1.- Estudio de carga.

2.- Diagrama de conexionado eléctrico.

1.2.3.5.10 Diseño de mallas de PT.

1.- Determinar la resistividad del suelo.

2.- Determinar los parámetros necesarios para el diseño de la malla de PT.

3.- MR de puesta a tierra.

4.- Construcción de sistemas de puesta a tierra.

1.2.3.5.11 Estudio de la demanda, balance de carga e iluminación.

1.- Determinar la carga total del sistema.

2.- Análisis de balance de carga.

3.- Iluminación de pasos peatonales.

4.- Iluminación dinámica de la pileta de agua.

5.- Iluminación interna del PCR y varias edificaciones.

CAPÍTULO 2.- CRITERIOS DE DISEÑO

2.1 CRITERIO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

Son conocidos los efectos que la iluminación artificial diseñada sin criterios adecuados puede generar, pero aun así, se tiende a pensar que es un problema local, cuando realmente no es así.

El diseño de iluminación es una disciplina que complementa el diseño ornamental y escenográfico con la eficiencia y calidad del sistema que se pretende crear. El diseñar un sistema de iluminación en aéreas exteriores no solo conlleva a iluminar toda el área de tránsito peatonal o parqueaderos sino también crear un aspecto o ambiente formal para cada espacio del parque, teniendo en cuenta los criterios de visibilidad, seguridad, sistema de alimentación y costo.

Para el presente diseño de iluminación se han tomado como referencia los niveles de iluminación establecidos en las normas internacionales. Consideradas dentro del alcance de la ingeniería desarrollada en este proyecto procurando optimizar el diseño y la adecuada distribución de las luminarias. En el plano de iluminación exterior, se muestra la distribución final de las áreas para realizar el presente diseño.

Objetivos:

- Determinar el área exterior total a para la distribución de luminarias.
- Identificar los lugares de tránsito peatonal.
- Determinar el área ornamental total para distribución de luminarias ornamentales.
- Selección del tipo de iluminación, de las fuentes de luz ornamental, tipo de lámparas; esto nos permitirá conocer las necesidades eléctricas.
- Seleccionar el nivel de voltaje más óptimo para alimentar las luminarias en general.

- Determinar su disponibilidad en el mercado

2.1.1 MAGNITUDES FOTOMÉTRICAS (1)

Enumeramos y definimos sintéticamente las magnitudes y unidades de medida fundamentales empleadas para valorar y comparar las cualidades y los efectos de las fuentes de luz:

2.1.1.1 **Flujo Luminoso [Φ]**

"Es la cantidad de luz emitida por una fuente en todas las direcciones, o también podemos decir que es la energía radiante de una fuente de luz que produce una sensación luminosa."

Símbolo: [Φ] (F phi)

Unidad de medida: Lumen (lm)

Figura 2.1-1.- Flujo luminoso

2.1.1.2 **Rendimiento o eficacia luminosa [η]**

"Es la relación existente entre el flujo luminoso y la potencia absorbida."

Símbolo: η

Unidad de medida: Lm/W (flujo luminoso/ potencia consumida)

La fórmula que lo expresa: $\eta = \frac{\phi}{W}$

2.1.1.3 **Intensidad Luminosa [I]** (en una dirección)

"Cantidad de flujo luminoso emitido por cada uno de los rayos que la fuente emite en una determinada dirección por unidad de ángulo sólido.

Magnitud que expresa la distribución del flujo luminoso en el espacio. Esta magnitud se entiende únicamente referida a una determinada dirección y contenida en un ángulo sólido o estéreo que se mide en estereorradianes."

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

Ecuación 2.1-1.- Intensidad luminosa. (1)

Símbolo: [I]

Unidad de medida: candela (cd)

Candela (cd) = lumen / estereorradián

“Definición candela (cd): intensidad luminosa de una fuente puntual que emite un flujo luminoso de 1 lumen en un ángulo sólido de 1 estereorradián.”

Figura 2.1-2.- Diferencia entre flujo luminoso e intensidad luminosa. (1)

2.1.1.3.1 Conceptos previos:

“Radián: ángulo plano que corresponde a un arco de circunferencia de longitud igual al radio. A una magnitud de superficie le corresponde un ángulo plano (fig. 2.1-3) que se mide en radianes**.”**

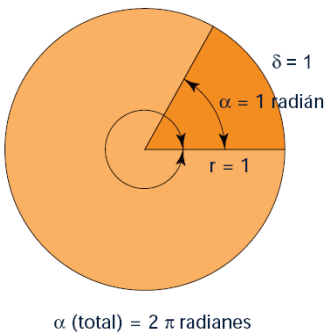


Figura 2.1-3.- Angulo plano. (1)

"Estereorradián: ángulo sólido que corresponde a un casquete esférico cuya superficie es igual al cuadrado del radio de la esfera. A una magnitud de volumen le corresponde un ángulo sólido o estéreo que se mide en estereorradianes (fig. 2.2-4)."

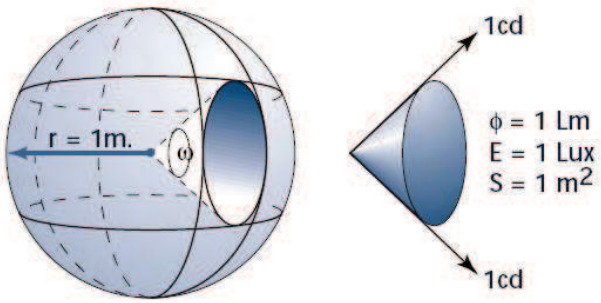


Figura 2.1-4.- Angulo sólido (1)

2.1.1.4 **Iluminancia o Iluminación [E]**

"Es el flujo luminoso que recibe una superficie determinada. Relaciona el flujo luminoso que recibe la superficie con su extensión."

Símbolo: E

Unidad de medida: Lux (lx)

"Se define como un lux a la iluminación de una superficie de un metro cuadrado que recibe, distribuido de manera uniforme, un flujo luminoso de un lumen."

La fórmula que lo expresa:

$$\boldsymbol{E} = \frac{\emptyset}{\boldsymbol{S}} \left[\frac{lm}{m^2}\right]$$

Ecuación 2.1-2.- Iluminancia. (1)

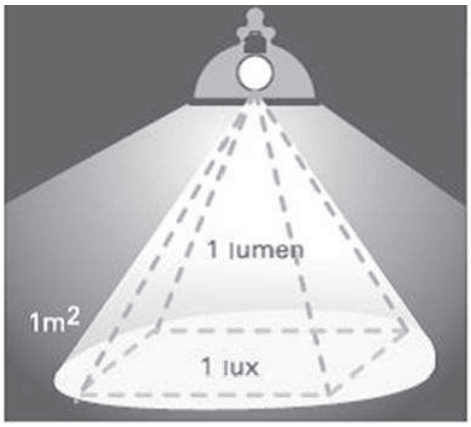


Figura 2.1-2.- Representación gráfica de la iluminancia.

2.1.1.5 **Luminancia [*L*]**

"Efecto de luminosidad que produce una superficie en la retina del ojo, tanto si procede de una fuente primaria que produce luz, como si procede de una fuente secundaria o superficie que refleja luz. Relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. La percepción de la luz es realmente la percepción de diferencias de luminancias. El área proyectada es la vista por el observador en la dirección de la observación. Se calcula multiplicando la superficie real iluminada por el coseno del ángulo que forma su normal con la dirección de la intensidad luminosa." (fig. 2.1-6)

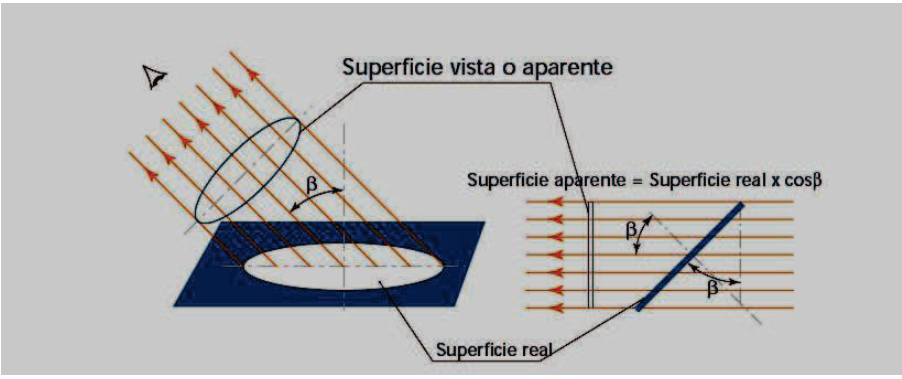


Figura 2.1-3.- Luminancia de una superficie

La fórmula que la expresa:

$$L = \frac{I}{S_{aparente}} = \frac{I}{S \cdot \cos\beta}$$

Ecuación 2.1-3.- Luminancia. (1)

Símbolo: [L]
Unidad de medida: cd/m²

2.1.2 LEYES FUNDAMENTALES DE LA LUMINOTECNIA

2.1.2.1 Ley de la inversa del cuadrado de la distancia

"Para una misma fuente luminosa, las iluminancias en diferentes superficies situadas perpendicularmente a la dirección de la radiación son directamente proporcionales a la intensidad luminosa del foco, e inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia."

Esta ley se expresa por la fórmula:

$$E = \frac{I}{r^2}\,[lx]$$

Ecuación 2.1-4.- Ley de la inversa del cuadrado de la distancia. (1)

E (lx) = I (cd)/d² (m²)

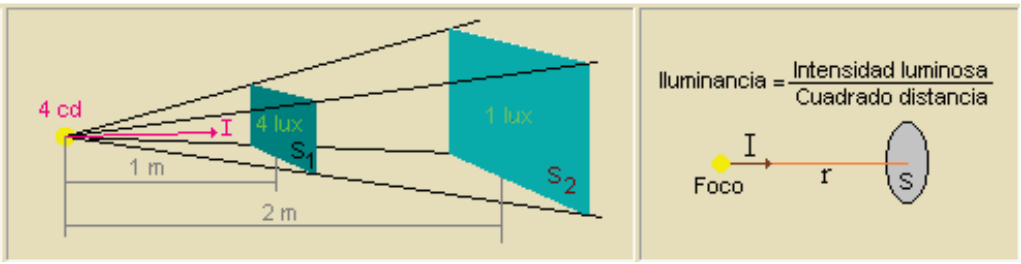


Figura 2.1-4.- Ley inversa de los cuadrados

2.1.2.2 Distribución luminosa - curva fotométrica

"La curva de distribución luminosa se obtiene midiendo la intensidad luminosa en todas las direcciones del espacio alrededor de una luminaria, y transcribiéndolas en forma gráfica, vinculando puntos de igual intensidad. Su representación puede ser tridimensional, como es el caso del "sólido fotométrico", o bidimensional, generalmente representando las coordenadas polares en dos de sus planos verticales: el transversal y el longitudinal (0º y 90º). La distancia de cualquier punto de la curva al centro indica la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección."

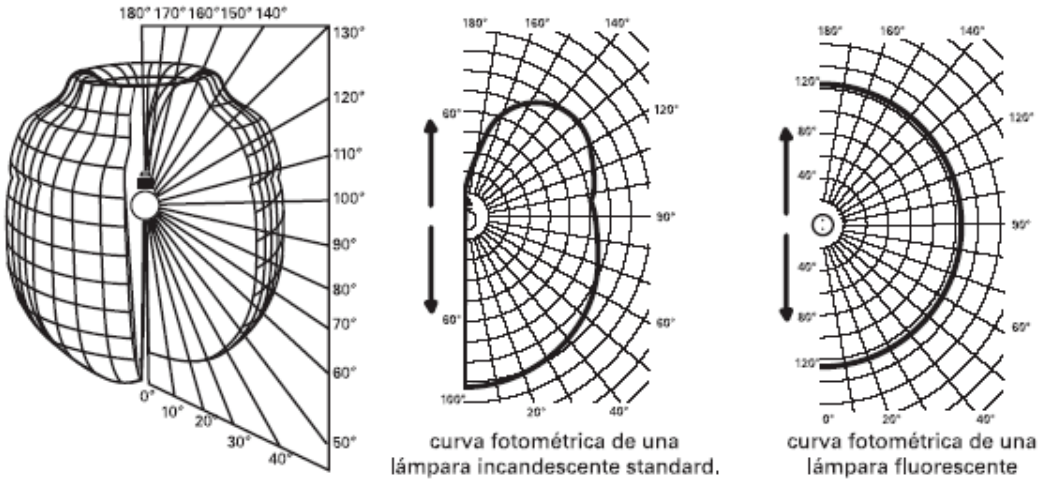


Figura 2.1-5.- Ilustración de diferentes curvas fotométricas.

"Cuando la distribución luminosa de una luminaria es simétrica con relación a su eje vertical, la curva polar se representa mediante un solo trazo de color negro, o rojo de línea continua. En general, o si además la curva responde a una luminaria que puede utilizarse con varias lámparas diferentes, su información fotométrica se grafica para un flujo luminoso de 1000 Lm (expresa cd/lm)."

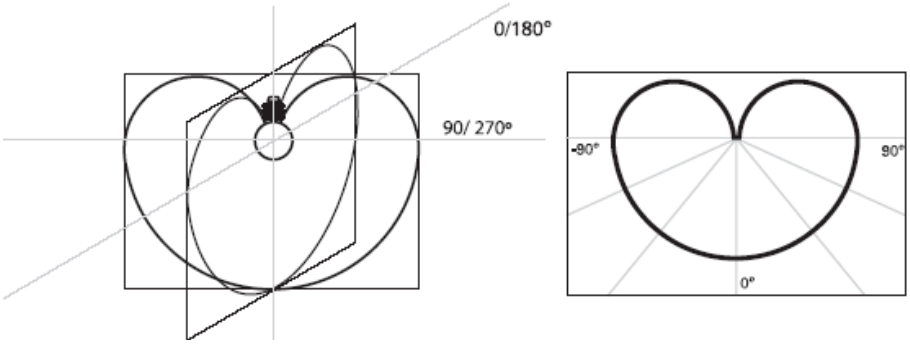


Figura 2.1-6.- Representación de una curva fotométrica simétrica.

Cuando la distribución luminosa es distinta en sentido transversal y longitudinal, se grafican ambas superpuestas.

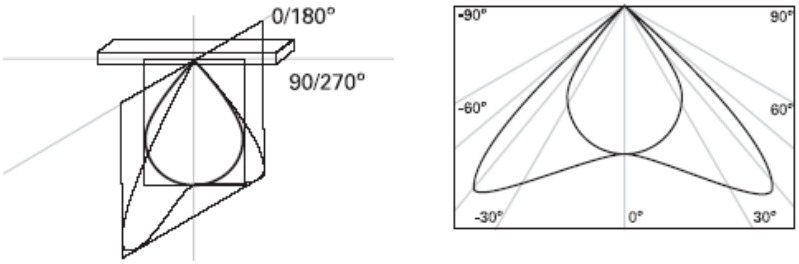


Figura 2.1-7.- Representación de una curva fotométrica asimétrica en sentido transversal y longitudinal.

2.1.3 CONSIDERACIONES GENERALES.

2.1.3.1 Tipos de iluminación

Son cinco los sistemas para iluminar, definidos en base a la cantidad de luz directa, indirecta, difusa o una combinación de éstas, que llega al ambiente o área en particular. En la decoración de espacios se puede usar cualquiera de estos sistemas, ya sea uno solo o varios en un mismo espacio.

Iluminación directa .-(1) El flujo lumínico es distribuido de la siguiente manera:
90% a 100% flujo hacia abajo
10% a 0% flujo hacia arriba

Iluminación semidirecta.-(1)
60% a 90% flujo hacia abajo
40% a 10% flujo hacia arriba

Iluminación difusa.-(1)
40% a 60% flujo hacia abajo
60% a 40% flujo hacia arriba

Iluminación semi-indirecta.-(1)
10% a 40% flujo hacia abajo
90% a 60% flujo hacia arriba

***Iluminación indirecta*.-(1)**

0% a 10% flujo hacia abajo

100% a 90% flujo hacia arriba

2.1.3.2 **Medio ambiente visual**

"El medio ambiente visual consiste en un patrón de iluminación y color percibido por un ser humano. Incluye emociones, sentimientos y valores estéticos que juegan un papel importante en el análisis y la valoración que haga el usuario de un ambiente determinado. Estos aspectos son, en general, menos fáciles de medir pero no menos importantes en el diseño" (Tonello 1999).

"Según se desprende de esta definición, el *medio ambiente visual* está constituido no solo por el medio físico que rodea a una persona en una situación dada, sino también por el tipo, cantidad y distribución de luz que interactúa con los elementos que componen ese medio físico.

De este modo, la identificación de la o las tareas visuales que caracterizan una actividad que se desarrolla en un medio físico determinado brinda gran parte de la información necesaria para empezar a resolver el problema de proveer a ese medio de la iluminación adecuada."

2.1.3.3 **Creación de impresiones mediante la iluminación**

"Una de las principales funciones de la iluminación es permitir que el trabajo se realice en forma rápida, precisa y cómoda, lo que a su vez significa que una buena iluminación ayuda a mejorar la productividad. Esto explica que el deseo altruista de proporcionar buena iluminación no es la única fuente de motivación, pues los costos y las posibilidades económicas también están involucrados. Más aún, es una regla general que el costo de la iluminación es tal que sólo un pequeño aumento en la "salida" (un pequeño incremento en la productividad) es suficiente para justificar la inversión que requiere mejorar la iluminación.

Según Peter Boyce (1981), "la luz hace mucho mas que tornar visibles las cosas. La iluminación de un espacio inevitable contribuye a la creación, en la gente que hace uso de él, de impresiones sobre ese espacio. Estas impresiones pueden ser

buenas o malas, apropiadas o inapropiadas, definidas o vagas, pero existirán siempre y en todos los casos".

Para satisfacer la necesidad de un ambiente confortable es necesario que la iluminación exterior del parque sea estética, por lo tanto la distribución física y lumínica deben ser ornamentales sin emerger del concepto de eficiencia energética; la eficiencia energética no depende únicamente de la elección de la lámpara o tipo de luminaria sino también del sistema de distribución aguas arriba desde la alimentación hacia los circuitos de iluminación como la acometida en media tensión hacia el transformador."

2.1.4 **TIPO DE ILUMINACION CLASIFICADA POR SU ZONA (4)**

Para obtener un alumbrado adecuado para el confort visual, cabe indicar e identificar la zona en donde se va a diseñar y ejecutar el sistema de iluminación. Es importante además determinar la tarea que se va a realizar en la zona en donde se proyecta un sistema de iluminación, aun teniendo un alumbrado general satisfactorio, sea necesaria una exigencia mayor en determinados puntos, a los que se les suplementará la iluminación, para adaptarlos a ciertos valores específicos en lugares donde se realizan importantes trabajos visuales. Es necesario señalar que los tipos de alumbrado se denominan: general, localizado y suplementario. La denominación de suplementario indica que no se utilizará de forma única, sino cualquiera de los dos sistemas anteriores.

2.1.4.1 **Iluminación decorativa en pasillos y pasos peatonales**

"En estas zonas domina el sentido estético y no el de rendimiento lumínico. Por lo tanto, se ha adoptado alumbrado semi-indirecto; este tipo de alumbrado es necesario para atenuar el efecto de sombras y brillos producidos por el alumbrado directo. En estos paseos poco concurridos y en algunos puntos muy concretos del parque se adoptan un alumbrado directo, para reforzar la iluminación realzando el aspecto decorativo."

2.1.4.2 **Iluminación de restaurantes y tiendas**

En el restaurante y las tiendas turísticas se ha optado por “Down Lights” decorativos de semi-empotrar con alumbrado directo y reflejado, que contienen lámparas de halogenuros metálicos ya que ofrece menos dispersión del calor, mejor reproducción cromática, mayor vida útil, mayor flujo y rendimiento luminoso respecto a otras lámparas; dichas lámparas tienen un rendimiento lumínico 5 veces superior al de las lámparas incandescentes, y una vida útil 6 veces más larga que estas últimas.

2.1.4.3 **Iluminación en zonas de trabajo exterior**

Iluminación en zonas con atmósferas sucias, corrosivas o en contacto con el exterior (como cocina, área de comida, almacenes y parqueaderos). En estas dependencias impera el sentido de seguridad, además del de rendimiento lumínico. En previsión de condensaciones peligrosas y posibles oxidaciones aceleradas, así como de polución, se las ha dotado de luminarias para fluorescencia estancas IP-55 e IP-54, según normas.

2.1.5 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CABLES ELÉCTRICOS (7)

Esta especificación cubre todos los cables mono polares o multiconductores en envoltura común, los cables de fuerza de baja tensión y los cables de control a ser instalados en el parque en asunto.

Para determinar la ampacidad del cable en ciertas condiciones y el derrateo del cable determinamos las condiciones ambientales del sitio en donde se desarrolla el diseño.

En el cantón Archidona las condiciones ambientales son las siguientes:

ALTITUD	557 msnm
PRECIPITACION MEDIO ANUAL	140 mm
HUMEDAD RELATIVA	90-100 %
TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA	16 ºC
TEMPERATURA MEDIA	25 ºC
TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA	30 ºC

Todos los cables deben ser manufacturados para igualar o exceder los requerimientos físicos y eléctricos y ser probados de acuerdo con todas las secciones aplicables de las regulaciones y normas abajo indicadas, en su última edición o revisión.

- National Electrical Manufacturer's Ass. (NEMA)
- American Society for Testing Materials (ASTM)
- National Electrical Code NFPA - 70 (NEC-2005)
- Institute of electrical & Electronics Engineers (IEEE)

Todos los cables serán diseñados para la tensión de operación (600 voltios o 15000 V), 90 ºC en ambiente seco o húmedo, para instalación superficial o bajo tierra, en tubería o en bandejas portacables; Además los conductores serán apropiados para operación normal y continua a 90 ºC, en condiciones de sobrecarga a 130 ºC y en condiciones de cortocircuito a 250 ºC, con una temperatura ambiente de 30 ºC.

Los cables multiconductores serán del tipo XHHW-2, aislamiento XLPE y chaqueta de PVC. (TC), con cable de tierra incluido.

La fabricación integral de los cables, será en estricto cumplimiento con la especificación ICEA S-61-402, ICEA S-66-524 y UL. 44, para aislamientos de XLPE. Los cables tendrán el sello de UL o equivalente, de conformidad con la normas UL 1569. El conductor debe ser de cobre suave templado al horno de conformidad con la especificación ASTM B-3, y clase o para el trenzado concéntrico según ASTM B-8, además debe poseer resistencia al calor, alto grado dieléctrico, tipo XHHW-2, aislamiento XLPE para 90 ºC.

La numeración codificada del color debe ser impresa en el aislamiento del conductor según lo prescrito por ICEA Método 1, E-2, Método 4.

La resistencia a la llama y las propiedades no higroscópicas y no comprimibles de los elementos necesarios de relleno de los intersticios del cable, conformarán un núcleo compacto y redondo sobre el cual igualmente se aplicarán capas de cinta

no higroscópica y no comprimible ni desmenuzable, traslapadas adecuadamente según lEEE 383 y 1202.

La envoltura final de PVC que se aplicará sobre el núcleo así formado del cable, deberá ser resistente a la llama, al aceite, al agua y a la luz solar, para ser directamente enterrados, o en bandeja.

Todos los cables serán de una sola longitud continua en cada carrete o eventualmente para longitudes pequeñas, en bobinas, debidamente protegidas. En los extremos de los cables se proveerá de un medio sellante adecuado a prueba de agua para prevenir la entrada de humedad durante el transporte o almacenamiento a la intemperie. Cada carrete llevará una placa de identificación indeleble y resistente a la intemperie, debidamente fijada, en la que se lea el nombre del fabricante, el tipo y características del conductor o cable, longitud real, datos de temperatura y voltaje, número del carrete, orden de compra, etc.

Con cada despacho de cables o conductores, el Contratista entregará el protocolo de Pruebas y ensayos realizados de conformidad con las normas y regulaciones constantes en esta especificación, con las debidas certificaciones.

Table 310-16. CABLE DATA 0-2000 V										
			COBRE			ALUMINUM or Copper-Clad Aluminum				
NUM	SIZE AWG /	AREA	60°C (140°F) TYPES TV, UF	75°C (167°F) TYPES FEPW, RH, RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	90°C (194°F) TYPES TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	60°C (140°F) TYPES TV, UF	75°C (167°F) TYPES RH, RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	90°C (194°F) TYPES TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	SIZE AWG /	AREA
	kcmil	cmil	I (A)	I (A)	I (A)	I (A)	I (A)	I (A)	kcmil	mm2
1	**24**	404							**24**	0,20
2	**22**	640							**22**	0,32
3	**20**	1.020							**20**	0,52
4	**19**	1.290							**19**	0,65
5	**18**	1.620	6	6	6				**18**	0,82
6	**16**	2.580	8	8	8				**16**	1,31
7	14	4.110	15	15	15				14	2,08
8	12	6.530	20	20	20	15	15	15	12	3,31
9	10	10.380	30	30	30	25	25	25	10	5,26
10	8	16.510	40	50	55	30	40	45	8	8,37
11	6	26.240	55	65	75	40	50	60	6	13,30
12	4	41.740	70	85	95	55	65	75	4	21,15
13	3	52.620	85	100	110	65	75	85	3	26,66
14	2	66.360	95	115	130	75	90	100	2	33,63
15	1	83.690	110	130	150	85	100	115	1	42,41
16	1/0	105.600	125	150	170	100	120	135	1/0	53,51
17	2/0	133.100	145	175	195	115	135	150	2/0	67,44
18	3/0	167.800	165	200	225	130	155	175	3/0	85,03
19	4/0	211.600	195	230	260	150	180	205	4/0	107,22
20	250	250.000	215	255	290	170	205	230	250	126,68
21	300	300.000	240	285	320	190	230	255	300	152,01
22	350	350.000	260	310	350	210	250	280	350	177,35
23	400	400.000	280	335	380	225	270	305	400	202,68
24	500	500.000	320	380	430	260	310	350	500	253,35
25	600	600.000	355	420	475	285	340	385	600	304,02
26	700	700.000	385	460	520	310	375	420	700	354,70
27	750	750.000	400	475	535	320	385	435	750	380,03
28	800	800.000	410	490	555	330	395	450	800	405,37
29	900	900.000	435	520	585	355	425	480	900	456,04
30	1000	1.000.000	455	545	615	375	445	500	1000	506,71
31	1250	1.250.000	495	590	665	405	485	545	1250	633,38
32	1500	1.500.000	520	625	705	435	520	585	1500	760,06
33	1750	1.750.000	545	650	735	455	545	615	1750	886,74
34	2000	2.000.000	560	665	750	470	560	630	2000	1.013,41

Tabla 2.1-1. Capacidad de conductores. (16)

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN E ILUMINACIÓN DE AGUA

El sistema de propulsión e iluminación del agua tiene como objetivo brindar un escenario atractivo dentro de la imagen del paisaje del parque, con esto se obtiene puntos de observación más atractivos.

Para el sistema de propulsión de agua se utiliza bombas centrifugas; estos equipos son dispositivos que se encargan de transferir energía a la corriente del fluido impulsándolo, desde un estado de baja presión estática a otro de mayor presión.

2.2.1 **BOMBAS CENTRIFUGAS DE AGUA (5)**

"Las bombas centrifugas están compuestas por un elemento rotatorio denominado impulsor, el cual se encuentra dentro de una carcasa llamada voluta. Inicialmente la energía es transmitida como energía mecánica a través de un eje, para posteriormente convertirse en energía hidráulica. El fluido entra axialmente a través del ojo del impulsor, pasando por los canales de éste y suministrándosele energía cinética mediante los álabes que se encuentran en el impulsor para posteriormente descargar el fluido en la voluta, el cual se expande gradualmente, disminuyendo la energía cinética adquirida para convertirse en presión estática.

El líquido entra en la bomba cerca del eje del rotor, y las paletas lo arrastran hacia sus extremos a alta presión. El rotor también proporciona al líquido una velocidad relativamente alta que puede transformarse en presión en una parte estacionaria de la bomba, conocida como difusor.

En bombas de alta presión pueden emplearse varios rotores en serie, y los difusores posteriores a cada rotor pueden contener aletas de guía para reducir poco a poco la velocidad del líquido. En las bombas de baja presión, el difusor suele ser un canal en espiral cuya superficie transversal aumenta de forma gradual para reducir la velocidad.

El rotor debe ser cebado antes de empezar a funcionar, es decir, debe estar rodeado de líquido cuando se arranca la bomba. Esto puede lograrse colocando una válvula de retención en el conducto de succión, que mantiene el líquido en la bomba cuando el rotor no gira. Si esta válvula falla, puede ser necesario cebar la bomba introduciendo líquido desde una fuente externa, como el depósito de salida. Por lo general, las bombas centrífugas tienen una válvula en el conducto de salida para controlar el flujo y la presión.

En el caso de flujos bajos y altas presiones, la acción del rotor es en gran medida radial. En flujos más elevados y presiones de salida menores, la dirección de flujo en el interior de la bomba es más paralela al eje del rotor (flujo axial). En ese caso, el rotor actúa como una hélice. La transición de un tipo de condiciones a otro es gradual, y cuando las condiciones son intermedias se habla de flujo mixto. "

2.2.1.1 **Dimensionamiento de las bombas y motores**

La primera consideración al seleccionar el tamaño de las bombas, es el hecho de que deben ser capaces por si solas de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales, existiendo siempre una bomba adicional para alternancia con la (s) otra (s) y para cubrir entre todas, por lo menos el 140 % de la demanda máxima probable.

2.2.1.2 **Numero de bombas y caudal de bombeo**

El área mecánica es el encargado de realizar la memoria de cálculo del sistema hidroneumático con sus respectivas pérdidas de presión de carga en tuberías, en base a este informe que queda fuera del alcance de este documento se procede a determinar las características y "data sheet" de las bombas del sistema de presión hidroneumática. En cualquier tipo de sistema de presión deben seleccionarse dos o más unidades de bombeo para mantener el tanque presurizado ya que se debe dejar una unidad de bombeo de reserva "Back up" para la alternancia y para confrontar caudales de demanda, se deberá usar el siguiente criterio:

La suma total de los caudales de las unidades de bombeo utilizados no será nunca menor del 140 % del caudal máximo probable calculado en la red.

2.2.1.3 **Potencia requerida por las bombas y motores**

La potencia de la bomba para un sistema hidroneumático podrá calcularse por la misma ecuación 2.2-1, la cual se repite en esta sección, utilizada en el cálculo del sistema de propulsión:

$$HP = \frac{Q_b \times H}{75 \times \frac{n(\%)}{100}} \quad [\text{lps} \times \text{m}]$$

Ecuación 2.2-1.- Potencia para la bomba. (5)

Donde:

HP: Potencia mecánica de la bomba hidráulica "Horse Power".

Qb: Caudal que circula por ducto, medida en litros por segundo (lps).

H: Altura desde la fuente de propulsión hasta la válvula de salida del liquido presurizado en (m).

n(%): Rendimiento de la bomba hidráulica en porcentaje.

Antes de calcular el caudal Qb, es necesario conocer la conservación de la masa de fluido a través de dos secciones (sean éstas A1 y A2) de un conducto (tubería) o tubo de corriente establece que: la masa que entra es igual a la masa que sale.

Definición de tubo de corriente: superficie formada por las líneas de corriente. La ecuación de continuidad se puede expresar como:

$$\rho_1 \times A_1 \times V_1 = \rho_2 \times A_2 \times V_2$$

Ecuación 2.2-2.- Ecuación de continuidad. (5)

Donde:

ρ_n: Densidad del fluido n.

A_n: Area transversal de la tubería n.

V_n: Velocidad del fluido n.

Cuando $\rho_1 = \rho_2$, que es el caso general tratándose de agua, y flujo en régimen permanente, se tiene:

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Ecuación 2.2-3.- Densidad del fluido permanente. (5)

O de otra forma:

$$Q_1 = Q_2$$

Ecuación 2.2-4.- Caudal constate. (5)

Por lo tanto el caudal que entra es igual al que sale. Para este capítulo tratamos el caudal de salida.

Que se cumple cuando entre dos secciones de la conducción no se acumula masa, es decir, siempre que el fluido sea incompresible y por lo tanto su densidad sea constante. Esta condición la satisfacen todos los líquidos y, particularmente, el agua.

En general la geometría del conducto es conocida, por lo que el problema se reduce a estimar la velocidad media del fluido en una sección dada.
Las bombas deben seleccionarse para trabajar contra una carga por lo menos igual a la presión máxima en el tanque hidroneumático.
La potencia del motor eléctrico que accione la bomba será calculada según las mismas consideraciones utilizadas en el cálculo de los de presión.

HP (motor) = 1,3 * HP (bomba) para motores trifásicos. (5)
HP (motor) = 1,5 * HP (bomba) para motores monofásicos. (5)

Para las bombas del sistema de propulsión se especifica en el data sheet las bombas trifásicas a 208V, 60 Hz.

- Los motores serán capaces de arrancar a plena tensión, acelerar a la velocidad nominal y operar el equipo a ser impulsado, en todas las condiciones de servicio aquí especificadas y hojas de datos correspondientes.
- Cuando se prevea el arranque a tensión reducida del motor, se indicara con el equipo especificado.
- Los motores de más de 600 voltios soportarán la corriente de rotor bloqueado por un tiempo mayor que el período de arranque del equipo operando a 208VAC.
- Los motores operarán satisfactoriamente a la carga nominal y a la frecuencia nominal con una variación de tensión de hasta 10%, por encima o por debajo, de la tensión nominal.
- Los motores operarán satisfactoriamente a la carga nominal y la tensión nominal con una variación de frecuencia del hasta 5%, por encima o por debajo, de la frecuencia nominal.
- Los motores operarán satisfactoriamente a la carga nominal con una variación combinada de tensión y frecuencia de hasta 10%, por encima o por debajo, de la frecuencia y tensión nominales.

2.2.1.4 **Valores normalizados de potencia**

- Los valores de las potencias normalizadas según NEMA deben ser seleccionados.

2.2.1.5 **Aislamiento**

- Los devanados de los motores estarán completamente aislados para sistemas no puestos a tierra. Las siguientes clases de aislamiento son aceptadas:
- Clase B a F. Estas clases estarán de acuerdo a las normas ANSI/ NEMA MG–1.
- Clase E según la norma IEC 85.
- El lienzo barnizado no es aceptado como aislamiento de cables terminales de motores diseñados para conexiones flexibles, pero puede ser usado como aislamiento de cables que van a terminales fijos.

2.2.1.6 **Cerramientos ó Carcaza**

- Los cerramientos serán de acuerdo a lo indicado en las Hojas de Datos. Para esta instalación, se considerará la ubicación del equipo, con relación al plano de clasificación de áreas de modo principal y siguiendo las especificaciones según NEMA.
- Los cerramientos, considerados afines al proyecto serían:
    - WP: a prueba de intemperie.
    - TEFC: Totalmente cerrado enfriado con ventilador
    - XP: a prueba de explosión
    - TEAAC: Totalmente cerrado enfriado por intercambiador aire/aire
- Los motores tipo totalmente cerrado y con ventilación forzada serán provistos de trampas contra humedad, drenajes o dispositivos contra la condensación.

2.2.1.7 **Rotor**

- Los ventiladores pueden formar parte del rotor y serán de un material que no produzca chispas en motores totalmente cerrados y a prueba de explosión. Los ventiladores forzarán el aire de enfriamiento desde el extremo no impulsor hacia el extremo impulsor y serán preferiblemente adecuados para cualquier dirección de rotación.
- La dirección de rotación para la cual el motor está fabricado, será indicada claramente por medio de una flecha gravada en el extremo no impulsor.

Para un motor adecuado para rotar en cualquier dirección la flecha tendrá doble punta. Una flecha pintada no es aceptable.

- Rotores de aluminio no son aceptados para motores de media tensión.

2.2.1.8 **Inspección y Pruebas**

- En general, cada motor deberá ser probado de acuerdo a lo establecido en la norma NEMA MG1.
- Los ensayos de rutina para motores incluirán pero no se limitarán a:
    - Ensayo de aislamiento.
    - Valores de corriente, velocidad, tensión, frecuencia, factor de potencia y la conexión de los devanados en la condición sin carga.
    - Tensión, corriente y frecuencia de rotor bloqueado al igual que la tensión final calculada con corriente de rotor bloqueado.
    - Verificación mecánica y de vibraciones. Cada motor tendrá disponibles los valores apropiados del diseño y la verificación de que sus ensayos de rutinas han sido completados.

- Los ensayos consistirán (en cuanto aplicables) en lo siguiente:
    - Ensayo de aislamiento
    - Resistencia del devanado caliente/frío
    - Conexión de los devanados.
    - Tensión, corriente, factor de potencia, frecuencia y fases para funcionamiento sin carga.
    - Curvas de funcionamiento con carga hasta 125%, indicando la corriente, par, factor de potencia, eficiencia y velocidad a través de todo el rango.

2.3 CRITERIO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO.

2.3.1 INTRODUCCION

En las grandes ciudades se utilizan tanto los sistemas de distribución aéreos como subterráneos, el costo de la distribución subterránea es mucho mayor que el de la distribución aérea. Al aumentar las densidades de carga, la construcción aérea se vuelve difícil de manejar en virtud de los transformadores y conductores de mayor tamaño que se requiere. Por esta razón en las zonas comerciales del centro, en la mayor parte de las ciudades se acostumbra a utilizar la distribución subterránea.

Aunque un porcentaje más bien pequeño de los alimentadores nuevos para fines generales se están instalando por completo subterránea, la tendencia a este tipo está aumentando y se espera que siga creciendo. Como es difícil manejar muchas funciones de mantenimiento en un sistema subterráneo mientras está energizado en contraste con las prácticas en los sistema aéreos, se debe tomar precauciones específicas en el diseño del sistema para incorporar el equipo necesario para seccionamiento y protección contra sobre corrientes.

Por estas razones, se presenta este proyecto, el cual nos indica la instalación de un sistema subterráneo, basado en normas.

2.3.2 ASPECTOS GENERALES Y REQUERIMIENTOS DE INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS (10)

Debido a una imagen urbana muy deteriorada causada por el cruce de las redes eléctricas aérea, telefónica y cercanía extrema de las redes a las edificaciones, la dificultad de construcción de nuevas redes aéreas por las características geométricas, con calles estrechas, discontinuas, sin aceras, grandes pendientes podemos decir que las redes subterráneas se han convertido en una alternativa favorable.

Figura 2.3-1.- Redes subterráneas

Se considera que la instalación de redes subterráneas cumplen los objetivos generales para la innovación de infraestructuras de las actuales redes, mediante implantación de nuevos servicios con una mayor flexibilidad, seguridad, capacidad, confiabilidad de servicio y la limpieza que estas instalaciones proporcionan al medio ambiente. Naturalmente este aumento en la confiabilidad y en la estética forma parte del incremento en el costo de las instalaciones porque se debe realizar el calado de la vía pública para alojar las canalizaciones, conductores y señalización de los mismos; además de contar con la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de redes, en estos casos el diseño de la red rescata un papel importante, permitiendo que las instalaciones bien proyectadas sean económicamente competitivas.

2.3.2.1 **Descripción General de las Instalaciones**

Las ventajas de un suministro de energía eléctrica basado en redes de distribución subterráneas con respecto a las redes aéreas, pueden resumirse de la siguiente manera:

- Mayor confiabilidad.
- Mayor seguridad
- Mejor imagen urbana (resaltar la belleza arquitectónica)
- Menor impacto medio ambiental
- Mayor continuidad de servicio

2.3.3 DESCRIPCIÓN, SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS (7)

Los cables que se emplean en las instalaciones subterráneas están aislados y protegidos contra los agentes del terreno donde se instalen, están compuestos por; el conductor, por el cual fluye la corriente; el aislamiento, que soporta la tensión aplicada; la cubierta, proporciona la protección contra el ataque del tiempo y los agentes externos; las pantallas, permiten una distribución de los esfuerzos eléctricos en el aislamiento en forma radial y simétrica; y las armaduras metálicas, que se utilizan para dar protección adicional al cable contra esfuerzos de tensión extraordinarias.

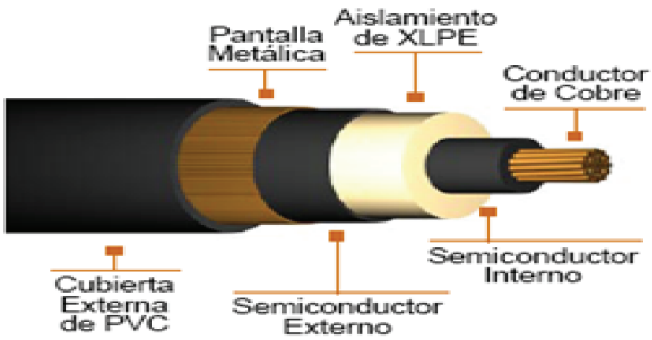


Figura 2.3-2.- Cables Aislados

2.3.3.1 Parámetros Eléctricos de los Cables Subterráneos

Los valores de las constantes de operación de los cables aislados (R, L, C) permiten el estudio técnico-económico para realizar la selección idónea del calibre del conductor en base a las pérdidas de energía y caída de tensión en el conductor, etc., también permite determinar, el valor de la impedancia, para los análisis de cortocircuito, como su comportamiento en regímenes transitorios, al efectuar las pruebas de campo y el mantenimiento correspondiente.

2.3.3.2 Selección del Cable por Corriente de Cortocircuito y por Sobrecarga

Los sistemas eléctricos presentan cortocircuitos, y sobrecargas causadas generalmente por condiciones anormales de operación. El calor que se genera debido al efecto Joule puede ocasionar daños a los componentes de cable (aislamiento, cubiertas).

Sobrecargas:

Temperaturas de sobrecargas, y

Corrientes de sobrecargas

Corto circuito:

Temperaturas máximas en condiciones de cortocircuito, y

Selección del conductor conociendo la corriente de falla.

2.3.3.3 **Selección del Cable por Esfuerzo Térmico**

La corriente transportada por un conductor produce una energía térmica, esta energía provoca una elevación en la temperatura del conductor, luego de un tiempo de circular esta corriente la temperatura del conductor se estabiliza produciéndose un "equilibrio térmico", esta corriente es denominada "capacidad de conducción de corriente"

2.3.3.3.1 Pérdidas Técnicas en Redes Subterráneas

Las pérdidas técnicas en redes subterráneas están basadas en las condiciones de operación y las características de los materiales requeridos, por lo cual tienen un tratamiento y metodología particulares, aunque las pérdidas se produzcan por una interacción de las magnitudes eléctricas sobre los componentes del cable eléctrico, éstas podemos dividirlas en: pérdidas en el conductor, en el dieléctrico y en las pantallas o cubiertas metálicas.

2.3.3.3.2 Instalación de Cables Subterráneos de Media Tensión

Antes de proceder a efectuar la instalación se deberá hacer un recorrido de la trayectoria, para ver el grado de dificultad y, además verificar que esté en condiciones para instalar los cables.

Para lograr confiabilidad, seguridad y continuidad en el servicio se debe contar con el equipo de instalación adecuada al tipo de cable e instalación y la supervisión de técnicos especializados.

2.3.3.3.3 Parámetros a considerar previos a la instalación.

En la instalación de los cables, deben considerarse los siguientes parámetros, debido a las propiedades físicas de los cables:

Máxima tensión de jalado
Longitud de jalado
Presión lateral
Radio mínimo de curvatura
Fricción

2.3.4 CENTROS DE CARGA SUBTERRÁNEO

Un centro de carga subterráneo es básicamente una instalación, que mediante los elementos que lo conforman puede cumplir varias funciones. De acuerdo a la necesidad del sistema, existen diferentes tipos de centros de carga subterráneos, los mismos que pueden ser ubicados en bóvedas o cuartos, y estos pueden servir para distribuir, transformar o interconectar la energía eléctrica. Las bóvedas o cuartos, como se les llama generalmente a los centros de carga subterráneos, pueden estar ubicados tanto en las aceras de las calles, como en el interior de los edificios, teniendo el ingreso directamente desde la calle por medio de escaleras, o por puertas, si es en los edificios.

Según la conexión de los centros de carga a la línea de distribución de media tensión que les suministra la energía eléctrica, se puede clasificar en:

- Simple derivación o en antena
- En anillo
- Doble derivación

2.3.4.1 **Clasificación de los Centros de Carga Subterráneos**

Se puede clasificar a los centros de carga subterráneos en dos grupos: según su misión y de acuerdo a su ubicación. Su diseño varía debido a la cantidad de usuarios a los cuales se vaya a dar servicio, a los elementos o equipos que se encuentran instalados y a la ubicación de los mismos.

2.3.4.1.1 Según su misión.

Según su misión, es decir de acuerdo a la función que vayan a realizar cada uno de los elementos y equipos que lo conforman, los centros de carga subterráneos se pueden clasificar en:

- Centros de distribución
- Centros de transformación
- Centros de interconexión

2.3.4.1.2 De acuerdo a su ubicación.

Según su ubicación, se puede clasificar a los centros de carga, que se encuentran instalados en recintos cerrados, en dos grupos: los subterráneos o también llamados comúnmente bóvedas y los de superficie o cuartos. Las bóvedas subterráneas son instalaciones construidas bajo la vía pública o en el sótano de los edificios. Suelen ser recintos de pequeñas dimensiones, teniendo en cuenta el terreno que puede ser isotrópico u homogéneo, los movimientos de tierras que se realizan antes de la colocación de las instalaciones. En cuanto a la red de tierra, suele estar conectada a una malla de electrodos embebido en el hormigón de pavimentación, con el fin de conseguir una cierta equipotencialidad en el interior del centro y así mejorar la seguridad de la instalación. Una característica de los subterráneos o bóvedas es que el ingreso hacia las mismas se lo realiza mediante escaleras. Los de superficie o cuartos son aquellos que se encuentran alojados en el interior de un edificio, generalmente en el mismo nivel que la calle. Su acceso está en el ámbito de la vía pública y podemos subdividirlos en dos tipos:

El local, y

El independiente

2.3.4.2 **Elementos y equipos constitutivos**

Es el conjunto de aparatos que se utilizan para protección, conexión y desconexión de los circuitos eléctricos.

2.3.4.2.1 Parámetros característicos de los aparatos eléctricos.

Los parámetros característicos más utilizados en la aparamenta eléctrica en general son:

Valor nominal

Valor asignado

Intensidad límite térmica

Intensidad límite dinámica

Las condiciones comunes para la correcta elección de las características de los aparatos de maniobra a conectar en un punto determinado de la tensión son: la tensión asignada, debe ser igual o superior a la máxima de servicio prevista en aquel punto de la instalación; la intensidad asignada en servicio continuo, debe ser igual o superior a la máxima prevista para circular en permanencia por el aparato, el dispositivo de maniobra neumática debe ser capaz de abrir y de cerrar el aparato de conexión cuando la presión del gas comprimido esté comprendido entre el 85 y el 110% de la presión asignada de alimentación; salvo especificación en contra del fabricante, la intensidad admisible de corta duración asignada debe ser superior a la mayor corriente de cortocircuito que pueda presentarse en aquel punto, y circular por el aparato, asimismo, el valor cresta de la intensidad asignada de corta duración, debe ser superior al mayor valor de cresta de la intensidad inicial de cortocircuito.

2.3.4.2.2 Equipo de media tensión.

Los equipos que se encuentran instalados en los diferentes centros de carga subterráneas tienen funciones y prestaciones diferentes, pero todos ellos se encuentran afectados por una problemática común. En funcionamiento normal, circulan por la instalación las corrientes de servicio, incluidas eventuales sobrecargas, admisibles hasta cierto valor y/o duración. Los más destacados son:

Seccionadores

Interruptores e Interruptores Seccionadores

Celdas

Fusibles de media tensión

Transformadores de distribución

Pararrayo

Figura 2.3-3.- Transformador de distribución

CAPÍTULO TRES.- DISEÑO DE ILUMINACION ARQUITECTONICA

"La evolución de la luz en los espacios exteriores refleja la historia de la sociedad moderna. Gracias a la iluminación artificial del espacio público, el ritmo de la vida urbana se disoció de la alternancia entre el día y la noche. El ser humano empezó a colonizar el tiempo.

Actualmente, las metrópolis del mundo entero están enfrascadas en una pugna por un perfil nocturno reconocible, por símbolos luminosos impactantes; en definitiva, por un «paisaje luminoso». Al mismo tiempo, la contradicción entre el interior y el exterior en la arquitectura se va difuminando. La planificación luminosa requiere un planteamiento global, que tome en consideración las condiciones en el exterior, tales como la influencia negativa de la intemperie y la suciedad. Se plantean a la iluminación requisitos crecientes en cuanto a precisión, eficiencia energética y confort visual."

3.1 DISEÑO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR. (4)

Al contrario que en el alumbrado de vías, donde prima ofrecer un buen escenario de iluminación y seguridad vial, en el alumbrado de áreas peatonales existe un gran abanico de posibilidades que van desde iluminar zonas comerciales al simple guiado visual. Todo esto hace que el trabajo en este tipo de vías adquiera un carácter multidisciplinario donde intervienen diseñadores, urbanistas, arquitectos e ingenieros. Es por ello favorable analizar los usos y requerimientos de la vía para determinar los niveles de iluminación más adecuados y las lámparas y luminarias a utilizar.

Figura 3.1-1.- Iluminación exterior

3.1.1 REQUISITOS DEL ALUMBRADO

La iluminación de parques debería enfocarse en la seguridad de los peatones que transitan por los mismos. En general las áreas centrales de los senderos del parque no se iluminan.

La iluminación debería permitir a los peatones discernir los obstáculos y otros riesgos del camino y ser conscientes de los movimientos de otros peatones que puedan estar cerca. Para ello, es importante la iluminación tanto en las superficies horizontales como verticales.

Figura 3.1-2.- Parque en la noche

Además de todo esto, es conveniente una integración visual de estas zonas con el entorno en que se encuentren igualándolas al resto o dándoles un carácter propio.

3.1.1.1 **Deslumbramiento**

"El tratamiento del deslumbramiento en este tipo de vías, es mucho más sencillo que en el caso de tráfico motorizado debido a la gran diferencia de velocidad entre los transeúntes. Los peatones debido a su baja velocidad se adaptan bien a los cambios de luminancia. Habrá, no obstante, que evitar colocar luminarias sin apantallar al nivel de los ojos y vigilar la luminancia de las lámparas en ángulos críticos que provoquen molestias a los transeúntes. Así mismo, conviene evitar que las luces molesten a los vecinos en su descanso nocturno."

3.1.1.2 **Lámparas**

Los parques y las áreas verdes requieren por lo general fuentes de luz que proporcionen luz blanca para obtener una buena reproducción cromática (CRI = 60). El contraste de color dado por la luz blanca hace que la visibilidad para los peatones sea mejor.

Además, estudios recientes sobre la visión mesópica[2] han conducido al uso de la luz blanca recomendada para áreas donde la visión periférica de los usuarios es una importante contribución.

Por tanto, se recomiendan las lámparas de halogenuros metálicos (lámparas de quemador cerámico compacto y lámparas CosmoWhite) o LED blancos.

3.1.1.3 **Luminarias**

Las luminarias elegidas para iluminar los parques deberían presentar un alto nivel de hermeticidad (al menos IP 66), a fin de conservar las prestaciones iniciales el máximo de tiempo posible durante toda la vida de la instalación.

Las luminarias adoptan multitud de formas desde las más funcionales hasta las de diseño más vanguardista y artístico. Como la forma y el control del haz de luz pierden importancia en favor del ambiente, existe una gran libertad de elección; desde las luminarias de haz general-difuso de globo hasta las de haz controlado. Entre las posibilidades de montaje es normal encontrarlas sobre postes o

[2] Vision Mesopica.- es una visión intermedia (intermedia entre la fotópica y la escotópica) que se da en situaciones de iluminación, que sin llegar a la oscuridad total, tampoco llegan a ser la luz de un día a pleno sol.

columnas, adosadas a las fachadas, colgadas sobre cables o al nivel del suelo cuando sólo buscamos ambiente y orientación visual.

Figura 3.1-3.- Varios tipos de luminarias

3.1.1.4 **Altura de montaje**

La altura de montaje dependerá del flujo de las lámparas a emplear y en todo caso se evitará colocarlas al nivel de los ojos sin apantallar. Otra posibilidad es colocar luminarias de menos de un metro como se hace en algunas plazas y jardines para crear una atmósfera especial.

Flujo luminoso lámpara (lm)	Altura de montaje recomendada (m)
<7000	3
7000-14000	3.5-4
14000-25000	4-6
>25000	>6

Tabla 3.1-1.- Altura de instalación. (4)

3.1.2 **CALCULOS FOTOMETRICOS (2)**

Para la iluminación exterior, no se establece ningún tipo de cálculo específico, ya que debido a la multiplicidad de opciones y ambientes simplemente se puede adoptar una forma empírica de calcular y ubicar las luminarias en un lugar adecuado y de esta forma poder satisfacer las necesidades del usuario.

Debido a la gran cantidad de agentes que intervienen y en la percepción de éstos, el cálculo del alumbrado público ha sido siempre una tarea muy complicada.

Por ello, en un principio los cálculos se enfocaron a fijar unas condiciones de iluminancia sobre el área que proporcionarán una buena visibilidad dentro de los márgenes establecidos por los organismos competentes.

3.1.2.1 **Método de los lúmenes o del factor de utilización**

La finalidad de este método es deducir la distancia de separación adecuada entre las luminarias que avale un nivel de iluminancia medio determinado. Mediante un proceso iterativo, sencillo y práctico, se consiguen unos valores que aunque no son muy precisos, sí sirven de referencia.

Figura 3.1-4.- Iluminación Nocturna

3.1.2.2 **Cálculo de alumbrado exterior (2)**

El objetivo es calcular la distancia de separación entre las luminarias que garantice un nivel de iluminación E_m medio determinado, para lo cual es necesario determinar los valores de los parámetros que se detallan a continuación:

E_m: Iluminación media

S: superficie a iluminar = a·d

η: Factor de utilización

f_m: factor de mantenimiento

C_d: coeficiente de depreciación de las lámparas

ϕ_L: es el flujo luminoso de la lámpara.

A continuación se definirá el método de cálculo o definición de cada uno de los parámetros señalados anteriormente:

3.1.2.2.1 Nivel de iluminancia

Determinar el nivel de iluminancia media (Em). Este valor depende de las características y clase de suelo, clase de área, intensidad de tránsito peatonal, etc. Como valores orientativos podemos usar:

Uso nocturno de la calle por los peatones	Categoría	Nivel medio iluminancia E_m (lux)	Nivel mínimo iluminancia E_{min} (lux)
Zonas privilegiadas (áreas comerciales, de ocio...)	P1	20	7.5
Uso alto	P2	10	3.0
Uso moderado	P3	7.5	1.5
Uso menor; asociado a propiedades adyacentes	P4	5.0	1.0
Uso menor; importante preservar el carácter de ambiente rural o la arquitectura	P5	3.0	0.6
Uso muy bajo; importante preservar el carácter de ambiente rural o la arquitectura	P6	1.5	0.2
Sólo es necesario el guiado visual	P7	-	-
Clasificación según el uso nocturno hecho por los peatones. CIE (1995)			

Tabla 3.1-2.- Niveles de iluminancia según la zona.(2)

3.1.2.2.2 Factor de mantenimiento

Determinar el factor de mantenimiento (f_m) dependiendo de las características de la zona (contaminación, tráfico, mantenimiento...). Normalmente esto es difícil de evaluar y se recomienda tomar un valor no superior a 0.8 (habitualmente 0.7).

Características de la zona	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
Limpia	0.75	0.80
Media	0.68	0.70
Sucia	0.65	0.68

Tabla 3.1-3.- Factor de mantenimiento. (4)

3.1.2.2.3 Calcular el factor de utilización (η).

"El factor de utilización es una medida del rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y se define como el cociente entre el flujo útil, el que llega a la calzada, y el emitido por la lámpara."

$$\eta = \frac{\phi_{util}}{\phi_L}$$

Ecuación 3.1-1.- Factor de utilización. (2)

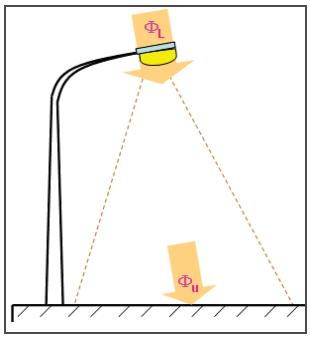


Figura 3.1-5.- Flujo útil

Normalmente se representa mediante curvas que suministran los fabricantes con las luminarias.

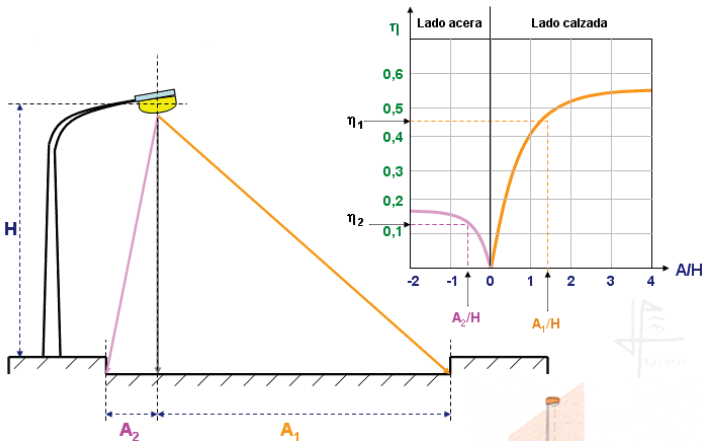


Figura 3.1-6.- Factor de utilización

3.1.2.2.4 Altura de montaje (h)

Escoger la altura de montaje necesario sin exceder el flujo máximo recomendado en cada intervalo. En la tabla 3.2.

$$A = A_1 + A_2$$

$$\eta_1 = \frac{A_1}{h}$$

$$\eta_2 = \frac{A_2}{h}$$

Ecuación 3.1-2.- Altura de montaje. (2)

Por tanto, para obtener el factor de utilización total de la sección transversal de la zona a iluminar habrá que sumar los coeficientes de los lados que van a ser intervenidos.

$$\boldsymbol{\eta = \eta_1 + \eta_2}$$

Ecuación 3.1-3.- Factor de utilización total. (2)

3.1.2.3 CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN ENTRE LUMINARIAS (2)

Una vez fijados los datos de entrada, podemos proceder al cálculo de la separación (d) entre las luminarias utilizando la expresión de la iluminancia media.

$$\left.\begin{aligned} \phi_{L0} &= \frac{\phi_U}{\eta} \\ \phi_U &= E_m.S \\ \phi_L &= \frac{\phi_{L0}}{f_m.C_d} \end{aligned}\right\} \quad \Rightarrow \quad \phi_L = \frac{E_m.S}{\eta.f_m.C_d}$$

Ecuación 3.1-4.- Flujo luminoso en función de diversos factores. (2)

Por lo tanto la distancia se calcula con la siguiente ecuación:

$$E_m = \frac{\eta.f_m.\phi_L}{a \cdot d}$$

$$d = \frac{\phi_L.\eta.f_m.C_d}{E_m.a}$$

Ecuación 3.1-5.- Para determinar la distancia. (2)

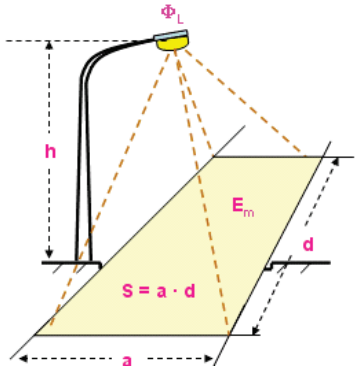


Figura 3.1-7.- distancia entre luminarias

Donde:

E_m: Iluminación media

S: superficie a iluminar = a·d

η: Factor de utilización

f_m: factor de mantenimiento

C_d: coeficiente de depreciación de las lámparas

ϕ_L: es el flujo luminoso de la lámpara.

Comprobación:

Finalmente, tras las fases anteriores, entrada de datos y cálculo, solo queda comprobar si el resultado está dentro de los límites. Si es así habremos acabado y si no variaremos los datos de entrada y volveremos a empezar. Si la divergencia es grande es recomendable cambiar el flujo de la lámpara.

A modo orientativo podemos usar la siguiente tabla que da la relación entre la separación y la altura para algunos valores de la iluminancia media.

E_m (lux)	separación / altura
$2 \leq E_m < 7$	$5 \leq d/h < 4$
$7 \leq E_m < 15$	$4 \leq d/h < 3.5$
$15 \leq E_m \leq 30$	$3.5 \leq d/h < 2$

Tabla 3.1-4.- Tabla de niveles de iluminancia según la altura y distancia. (4)

3.1.3 DEFINICION DE AREAS EXTERIORES

El sistema de iluminación exterior previsto para el complejo turístico permitirá a los visitantes realizar de forma normal las diferentes actividades y así brindar a los mismos un ambiente cómodo y seguro.

Se tratan básicamente de varios tipos de iluminación, cada uno corresponde a un área determinada, a continuación se definirá cada una de estas zonas para poder realizar un diseño más ordenado y de fácil comprensión.

Las zonas definidas para la iluminación exterior son:

- Zona perimetral
- Zona de áreas verdes y peatonales
- Zona de monumentos
- Cancha deportiva cubierta

Se detallara el diseño de iluminación para cada una de estas zonas, definiendo las características de la lámpara y luminaria, la distancia entre cada una y la altura de instalación más adecuada de acuerdo a las necesidades y requerimientos del espacio definido ya que las necesidades de cada uno son diferentes:

3.1.3.1 **Zona perimetral**

Esta área comprende toda la zona perimetral del parque, para lo cual se considera tanto el tránsito peatonal como vehicular, debido a que este se encuentra rodeado de cuatro calles principales, por este motivo se considera los siguientes parámetros.

3.1.3.1.1 Cálculos de iluminación para la zona perimetral

Datos:

$$E_m = 20\ [lx]$$

$$S = a * d\ [m^2]$$

$$a = 15m$$

$$f_m = 0.7$$

$$C_d = 0.9$$

$$\phi_L = 9000\ [lm]$$

$$h = 10m$$

Calculo del factor de utilización usando las ecuaciones 3.1-2 y 3.1-3:

$A_1 = 13.5\ [m]$

$A_2 = 1.5\ [m]$

$A = A_1 + A_2$

$\eta = \eta_1 + \eta_2$

$\eta_1 = \frac{A_1}{h} = \frac{13.5m}{10m}$

$\therefore\ \eta_1 = 1.35$

$\eta_2 = \frac{A_2}{h} = \frac{1.5m}{10m}$

$\therefore\ \eta_2 = 0.15$

$\rightarrow\ \eta = 1.35 + 0.15$

$\therefore\ \eta = 1.5$

Entonces se procede a calcular la distancia usando la ecuación 3.1-5:

$$d = \frac{\phi_L . \eta . f_m . C_d}{E_m . a}$$

$$d = \frac{9000 * 1.5 * 0.7 * 0.9}{20 * 15}$$

$$d = 28[m]$$

Con este dato se puede calcular la iluminancia media para reiterar el valor estimado con la ecuación 3.1-5:

$$E_m = \frac{\phi_L . \eta . f_m . C_d}{d . a}$$

$$E_m = \frac{9000 * 1.5 * 0.7 * 0.9}{28 * 15}$$

$$E_m = 20.25\ [lx]$$

Se puede determinar que la ubicación del poste se realizara como se muestra en el anexo plano de iluminación exterior, en el que se puede identificar claramente que se instalaran postes ornamentales de 10m, con tres luminarias cada uno, esto para la zona perimetral del parque.

Se ha definido la instalación de tres luminarias separadas a 120° cada una de ellas de forma circular, ya que en esta zona se requiere satisfacer la necesidad de alumbrado público hacia las calles que rodean el complejo.

Es una forma de ahorrar recursos y evitar la contaminación visual, tratando de evitar, en lo posible, el saturar con estructuras metálicas el espacio recreativo que se va a construir.

En las plazas de juegos y accesos se colocará postes con dos luminarias cada uno, como se muestra en el plano de iluminación exterior.

3.1.3.2 **Zona de áreas verdes y peatonales**

Esta área comprende la zona de tránsito peatonal en el interior del parque, que son las camineras y áreas verdes, las mismas que estarán claramente definidas y

por las características de las mismas se considera otro tipo de iluminación, para lo cual se considera los datos que se muestran a continuación.

3.1.3.2.1 Cálculos de iluminación para la zona de aéreas verdes y peatonales

Datos:

$E_m = 10\ [lx]$

$S = a * d\ [m^2]$

$a = 10m$

$f_m = 0.7$

$C_d = 0.85$

$\phi_L = 1000\ [lm]$

$h = 5m$

Calculo del factor de utilización usando las ecuaciones 3.1-2 y 3.1-3:

$A_1 = 3\ [m]$

$A_2 = 3\ [m]$

$A = A_1 + A_2$

$\eta = \eta_1 + \eta_2$

$\eta_1 = \frac{A_1}{h} = \frac{3m}{5m}$

$\therefore\ \eta_1 = 0.6$

$\rightarrow\ \eta = 2 * 0.6$

$\therefore\ \eta = 1.2$

Entonces se procede a calcular la distancia usando la ecuación 3.1-5:

$$d = \frac{\phi_L . \eta . f_m . C_d}{E_m . a}$$

$$d = \frac{1000 * 1.2 * 0.7 * 0.85}{10 * 10}$$

$$d = 7[m]$$

Con este dato se puede calcular la iluminancia media para reiterar el valor estimado con la ecuación 3.1-5:

$$E_m = \frac{\phi_L . \eta . f_m . C_d}{d . a}$$

$$E_m = \frac{1000 * 1.2 * 0.7 * 0.85}{10 * 7}$$

$$E_m = 10.2\ [lx]$$

Se puede determinar que la ubicación del poste se realizara como se muestra en el anexo plano de iluminación exterior en el que se puede identificar claramente que se instalaran postes ornamentales de 5m, con una luminaria cada uno, esto para las diferentes zonas del interior del parque.

3.1.3.3 **Zona de monumentos**

Esta zona comprende de dos aéreas dentro del parque, para lo cual se considera el alto de cada uno de los monumentos, por este se estima los siguientes parámetros.

3.1.3.3.1 Cálculos de iluminación para la zona de monumentos

La distancia de instalación entre el proyector y la superficie mural que se desea iluminar, varía en función de la altura de la superficie a iluminar.

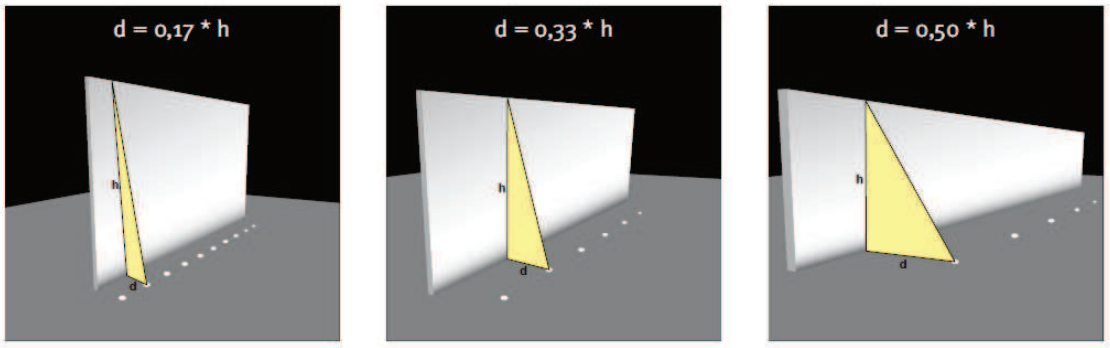


Figura 3.1-8.- Distancia de instalación de reflectores. (3)

Datos para el cálculo de la distancia de instalación:

$$E_m = 2\ [lx]$$

$$h = 4m$$

$$f_m = 0.7$$

$$C_d = 0.9$$

$$\phi_L = 250\ [lm]$$

Dónde:

d: distancia entre la luminaria y la superficie mural que se desea iluminar

h: altura de la superficie.

Calculo de distancia con la siguiente fórmula:

$$d = 0.5 * h\ [m]$$

Ecuación 3.1-6.- Fórmula para calcular la distancia de instalación. (3)

$$d = 0.5 * 4\ [m]$$

$$d = 2[m]$$

Se determina que la instalación del reflector será instalado a 2 metros de la base del monumento. Se instalará 8 reflectores para el monumento más grande y 4 para el más pequeño.

En el plano de iluminación exterior se define claramente la ubicación de los reflectores, los mismos que servirán para darle vida a los monumentos del parque.

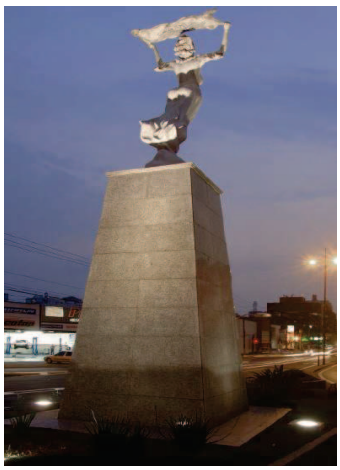


Figura 3.1-9.- Modelo de iluminación para un monumento

3.1.3.4 **Cancha deportiva cubierta**

La cacha deportiva será cubierta, esto con el fin de resguardar a las personas de las inclemencias del clima.

Como no se tiene cielo falso y tampoco paredes vamos a considerar como un alumbrado exterior. Es decir no existirá el coeficiente de reflexión.

Para lo cual se considera los datos que se muestran a continuación.

3.1.3.4.1 Cálculos de iluminación para la cancha deportiva.

Datos:

$E_m = 30\ [lx]$

$S = a * d\ [m^2]$

$a = 14m$

$f_m = 0.7$

$C_d = 0.85$

$\phi_L = 8400\ [lm]$

$h = 10m$

Calculo del factor de utilización usando las ecuaciones 3.1-2 y 3.1-3:

$$A_1 = 7\ [m]$$

$$A_2 = 7\ [m]$$

$$A = A_1 + A_2$$

$$\eta = \eta_1 + \eta_2$$

$$\eta_1 = \frac{A_1}{h} = \frac{7m}{10m}$$

$$\therefore\ \eta_1 = 0.7$$

$$\rightarrow\ \eta = 2 * 0.7$$

$$\therefore\ \eta = 1.4$$

Entonces se procede a calcular la distancia usando la ecuación 3.1-5:

$$d = \frac{\phi_L . \eta . f_m . C_d}{E_m . a}$$

$$d = \frac{8400 * 1.4 * 0.7 * 0.85}{30 * 14}$$

$$d = 16[m]$$

Con este dato se puede calcular la iluminancia media para reiterar el valor estimado con la ecuación 3.1-5:

$$E_m = \frac{\phi_L . \eta . f_m . C_d}{d . a}$$

$$E_m = \frac{8400 * 1.4 * 0.7 * 0.85}{14 * 16}$$

$$E_m = 31.23\ [lx]$$

Se puede determinar que la ubicación de las lámparas serán a 10m de altura y 15m aproximadamente de separación entre cada una, buscando una uniformidad en la ubicación de las lámparas.

3.2 ANÁLISIS, COMPARACIÓN Y ELECCIÓN DEL TIPO DE FUENTE LUMINOSA.

"Es importante determinar qué tipo de lámpara es la que se utilizara en cada área, ya que cada una tiene características y aplicaciones diferentes, a continuación se compararan dos tipos de fuentes luminosas, esto con el fin de determinar cuál es la más óptima para cumplir con los requerimientos de cada zona.

Se aplica la **ley de la inversa del cuadrado de la distancia** para realizar la comparación en cuanto a lo que se refiere a la iluminancia requerida para cada una de las diferentes áreas."

Esta ley se expresa por la fórmula:

$$E = \frac{I}{r^2}\,[lx]$$

Ecuación 3.2-1.- Ley inversa del cuadrado de la distancia. (1)

Donde:

$$I = \frac{\phi}{\omega}\,[cd]$$

Ecuación 3.2-2.- Intensidad luminosa. (1)

$$\omega = 4\pi\ [rad]$$

Se usa las siguientes tablas para definir los datos:

Tipo de fuente	Potencia W	Flujo Luminoso lm	Eficacia luminosa lm/W
Vela de cera		10	
Lámpara incandescente	40	430	10,75
	100	1.300	13,80
	300	5.000	16,67
Lámpara Fluorecente compacta	7	400	57,10
	9	600	66,70
Lámpara Fluorecente tubular	20	1.030	51,50
	40	2.600	65,00
	65	4.100	63,00
Lámpara vapor de Mercurio	250	13.500	54,00
	400	23.000	57,50
	700	42.000	60,00
Lámpara Mercurio Halogenado	250	18.000	72,00
	400	24.000	67,00
	100	80.000	80,00
Lámpara vapor de Sodio alta presión	250	25.000	100,00
	400	47.000	118,00
	1.000	120.000	120,00
Lámpara vapor de Sodio baja presión	55	8.000	145,00
	135	22.500	167,00
	180	33.000	180,00

Tabla 3.2-1.- Flujo luminoso, según el tipo de lámpara (12)

Y para las lámparas led se utilizara la siguiente tabla:

HESTIA LED				Mantenimiento flujo luminoso@ tq 25ºC(**)
Número de LED	Blanco frío (4250K)	48 LED	64 LED	@100.000h
Corriente: 350 mA	Flujo nominal (lm)*	6800	9100	90%
	Consumo energético (W)	53	70	
Corriente: 500 mA	Flujo nominal (lm)*	9000	-	
	Consumo energético (W)	75	-	

(*) El flujo nominal es un flujo indicativo @ Tj 25ºC basado en los datos proporcionados por el fabricante de LED. La salida de flujo real de la luminaria depende de las condiciones ambientales (p.ej temperatura y contaminación) y de la eficacia óptica de la luminaria.
El flujo nominal depende del tipo de LED utilizado y puede cambiar de acuerdo con los rápidos y continuos avances en la tecnología LED.
(**) De acuerdo con LM-80 - TM-21.

Tabla 3.2-2.- Flujo luminoso para lámpara led, según el fabricante. (3)

3.2.1 ELECCIÓN DE LA FUENTE LUMINOSA PARA LA ZONA PERIMETRAL

Se procede a comparar dos tipos de fuente luminosa, para este caso se considera las siguientes:

- Sodio de alta presión
- Led

Se muestra la siguiente tabla, en la cual, con la ayuda de las ecuaciones 3.2-1 y 3.2-2, se procede a calcular el valor de la iluminancia de cada una.

TIPO	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Intensidad luminosa (cd)	Distancia (m)	Iluminancia (lux)
Sodio alta presion	250	25000	1989	10	20
Led	70	9100	724	10	7

Tabla 3.2-3.- representa los datos de las fuentes luminosas

Por los datos obtenidos en la tabla anterior se debería escoger la lámpara de Sodio de Alta Presión, ya que esta cumple con todos los requisitos; pero se opta por instalar tres luminarias, en cada poste, con tecnología led, ya que de esta forma garantizamos la eficiencia energética, ya que el consumo de potencia activa es mucho menor a la de una lámpara de sodio de alta presión.

3.2.1.1 **Lámparas LED**

La tecnología LED ha cambiado la forma en la que debemos invertir en iluminación**.** Debemos tener en cuenta que la intensidad de la luz la marcan los lúmenes, no los vatios.

“Hasta hace bien poco, a la hora de comprar una bombilla, nos guiábamos por los vatios. Dependiendo de la estancia a la que fuera destinada, elegíamos una de más o menos vatios, en función de si necesitamos más o menos luz. Identificábamos (y aún lo hacemos) vatios con luminosidad. Sin embargo los vatios sólo nos indican la energía que consume la bombilla. Es decir, la potencia. Lógicamente, la energía consumida siempre irá en relación a la luz desprendida (más energía, más luz), pero la cantidad de luz que emite una bombilla se mide en lúmenes.”

“En estos tiempos en los que la eficiencia energética es una de las máximas preocupaciones, es necesario cambiar y empezar a pensar no sólo en vatios, sino también en lúmenes. Debemos buscar la máxima eficiencia lumínica y las lámparas LED son las que nos dan más lúmenes por vatio consumido.
LED: más lúmenes, menos vatios.”

Figura 3.2-1.- Iluminación con lámparas led

Las lámparas LED son las que nos dan más lúmenes por vatio consumido

Incandescente	Flujo lumínico	LED
150W	2500 lm	30W
100W	1500 lm	20W
75W	1000 lm	15W
60W	800 lm	9W
40W	450 lm	5W
25W	250 lm	3W

Tabla 3.2-4.- Equivalencia aproximada incandescente/LED (2)

“La intensidad del flujo lumínico de una lámpara no sólo depende de la fuente, sino que influye la luminaria completa. Para calcular los lúmenes reales, por tanto, hay que comparar la intensidad de una lámpara LED “desnuda” con la intensidad de la luminaria con todos sus componentes. Es importante esta matización porque en algunas comparativas las bombillas de sodio de alta presión se sitúan como las

más que ofrecen más lúmenes por vatio, pero no se han tenido en cuenta factores como la direccionalidad o las emisiones ultravioleta."

"Toda esta información (lúmenes y vatios) debe indicarse en la etiqueta del envase de la bombilla LED, o en caso de grandes instalaciones, deberá ser proporcionada por el proveedor en el contrato de instalación o compra. También deben indicarse la vida media de la bombilla y el tono o temperatura de color expresado en grados kelvin (k)."

Debemos tener en cuenta que la tecnología LED, a pesar de ser la más eficiente en términos generales (lúmenes por vatio consumido), no siempre resulta la más idónea. Existen otras variables como frecuencia de uso, distribución de la luz o características de la estancia, que pueden hacer más rentable otro tipo de soluciones.

3.2.1.2 **Luminaria para iluminación perimetral**

Figura 3.2-2.- Luminaria Hestia Led

3.2.1.2.1 Detalle del tipo de instalación

CARACTERISTICAS DE DISEÑO		
CARACTERISTICAS DE LA LUMINARIA		
	Hermeticidad:	IP 66 (*)
	Resistencia a los impactos:	IK 08(**)
	Tension nominal:	220 V - 60Hz
	Clase electrica:	I o II (*)
	Peso (vacio):	15kg
CARACTERISTICAS DE LA LAMPARA		
	Tipo:	Led
	Potencia:	70W
	Flujo Luminoso	9100 lm
DETALLES DE INSTALACION		
	Brazo:	1800mm
	Altura:	10000mm
	Separación	180 y 120 grados

Tabla 3.2-5.- Detalles de la lámpara y luminaria

(*) según la norma IEC – EN 60598

(**) según la norma IEC – EN 50102

3.2.1.2.2 Distribuciones fotométricas:

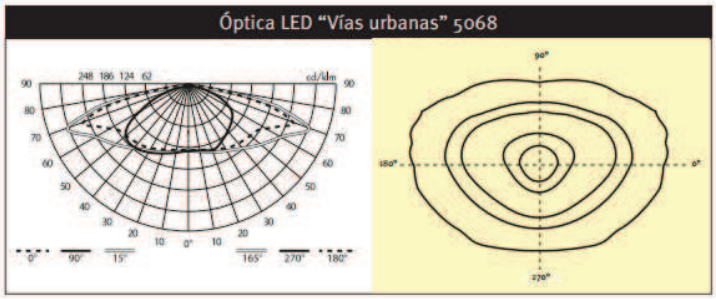


Figura 3.2-3.- Distribución fotométrica de la luminaria scala

3.2.1.2.3 Postes para la instalación

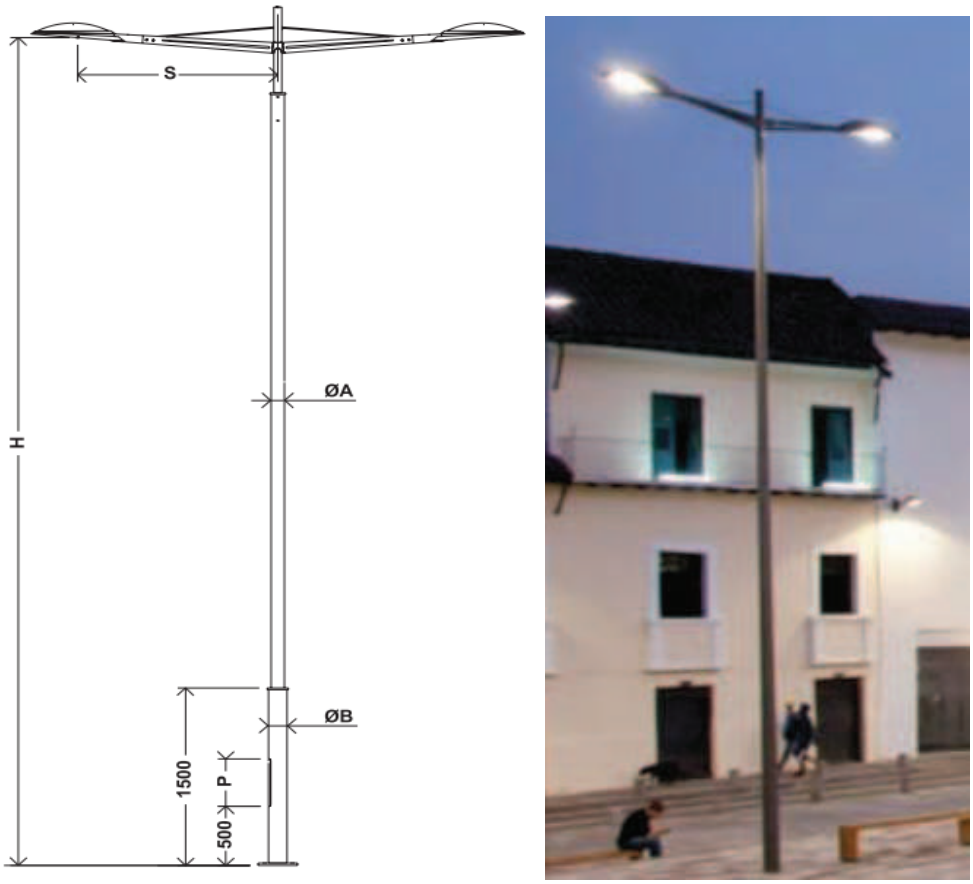


Figura 3.2-4.- Detalle de los postes para la instalación.

3.2.2 ELECCIÓN DE LA FUENTE LUMINOSA PARA LA ZONA DE ÁREAS VERDES Y PEATONALES

Se procede a comparar dos tipos de fuente luminosa, para este caso se considera las siguientes:

- Inducción
- Led

Número de LED	Blanco neutro 4100K	16 LED	24 LED	32 LED
Corriente: 350 mA	Flujo nominal (lm)*	2000	3000	4000
	Consumo eléctrico (W)	19	28	37
Corriente: 500 mA	Flujo nominal (lm)*	2700	4100	5500
	Consumo eléctrico (W)	27	41	53

Tabla 3.2-6.- Datos para lámpara led (3)

Se muestra la siguiente tabla, en la cual, con la ayuda de las ecuaciones 3.2-1 y 3.2-2, se procede a calcular el valor de la iluminancia de cada una.

TIPO	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Intensidad luminosa (cd)	Distancia (m)	Iluminancia (lux)
Induccion	100	4000	318	5	13
Led	28	3000	239	5	10

Tabla 3.2-7.- representación de datos de las fuentes luminosas

Por los datos obtenidos en la tabla anterior se procede a escoger lámparas de Tipo Led, ya que el consumo energético con este tipo de iluminación es más eficiente debido a que el consumo de potencia activa es mucho menor a la lámpara de inducción.

3.2.2.1 **Luminaria para iluminación de áreas verdes y peatonales**

Figura 3.2-5.- Luminaria Isla LED

"La luminaria Isla LED combina las ventajas más significativas de esta tecnología: bajo consumo energético, perfecto control de la distribución fotométrica, prestaciones duraderas y una amplia variedad de posibilidades en términos de inteligencia y control integrado. El bloque óptico de Isla LED está sellado por un vidrio plano que ofrece la ventaja de no emitir luz intrusiva y cumplir con la mayoría de los criterios de contaminación lumínica más exigentes (sin emisión de flujo superior), satisfaciendo así las necesidades del alumbrado urbano de alta calidad."

3.2.2.1.1 Detalle del tipo de instalación

CARACTERISTICAS DE DISEÑO		
CARACTERISTICAS DE LA LUMINARIA		
	Hermeticidad:	IP 66 (*)
	Resistencia a los impactos:	IK 08(**)
	Tension nominal:	220 V - 60Hz
	Clase electrica:	I o II (*)
	Peso (vacio):	9,5kg
CARACTERISTICAS DE LA LAMPARA		
	Tipo:	Led
	Potencia:	28W
	Flujo Luminoso	3000 lm
DETALLES DE INSTALACION		
	Altura:	5000mm

Tabla 3.2-8.- Detalles de la lámpara y luminaria (3)

3.2.2.1.2 Distribuciones fotométricas:

Óptica 5096- Calle: una distribución de luz ideal para alumbrar zonas residenciales, calles y zonas urbanas.

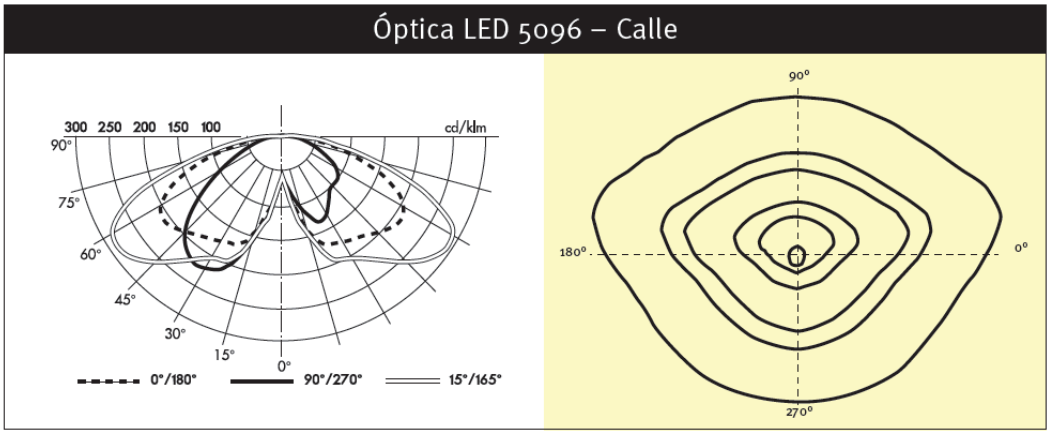


Figura 3.2-6.- Distribución fotométrica de la luminaria Isla Led (3)

3.2.2.1.3 Ventajas

- Bajo consumo energético
- Motor fotométrico LensoFlex con fotometría adaptada a numerosas aplicaciones
- Diseño elegante para una instalación a baja altura
- Sin contaminación lumínica (FHS 0%)
- Materiales robustos y duraderos
- Protección contra sobretensiones hasta (10 kV)

3.2.2.1.4 Postes para la instalación

Figura 3.2-7.- Detalle de los postes para la instalación.

3.2.2.1.5 Ahorro energético de hasta el 75%

"Las luminarias Isla LED integran las últimas soluciones de tecnología punta. La combinación de tecnología LED, un driver que proporciona un sistema de alimentación a corriente constante y un sistema de regulación permiten conseguir un ahorro energético de hasta el 75% en comparación con luminarias equipadas con fuentes de luz tradicionales. Con este equilibrio de energía tan favorable, la luminaria Isla LED contribuye a la gestión eficaz de las finanzas públicas así como al uso responsable de la energía."

3.2.3 ELECCIÓN DE LA FUENTE LUMINOSA PARA LA ZONA DE MONUMENTOS (3)

Se procede a comparar dos tipos de fuente luminosa, para este caso se considera las siguientes:

- Halogenuro metálico con quemador cerámico
- Led

Se muestra la siguiente tabla, en la cual, con la ayuda de las ecuaciones 3.2-1 y 3.2-2, se procede a calcular el valor de la iluminancia de cada una.

TIPO	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Intensidad luminosa (cd)	Distancia (m)	Iluminancia (lux)
Halogenuro metálico con quemador cerámico	70	6000	477	4	30
Led	1,2	100	8	2	2

Tabla 3.2-9.- representación de datos de las fuentes luminosas

Por los datos obtenidos en la tabla anterior se procede a escoger lámparas de Tipo Led, ya que el consumo energético con este tipo de iluminación es más eficiente debido a que el consumo de potencia activa es mucho menor a la lámpara de halogenuro metálico con quemador cerámico.

3.2.3.1 Luminaria para monumentos

Los proyectores empotrados Rocca están disponibles en distintas versiones:

- Asimétrica: tres distribuciones (intensiva, semi-intensiva y extensiva) permiten iluminar una superficie vertical de manera uniforme desde su base, a distintas alturas, según la distancia de instalación desde la fachada;
- Simétrica: los LED están equipados con 4 tipos de lentes según la distribución fotométrica deseada: haz muy estrecho, estrecho, medio y ancho.

Cada versión fotométrica también permite elegir entre diferentes tipos de luz:

- monocromática con 15 ó 30 LED de alta potencia de color blanco (frío, neutro, cálido), rojo, verde o azul;
- RGB con 3 x 5 ó 3 x 10 LED de alta potencia.

Los proyectores también están disponibles en la versión estática o dinámica.

La versión dinámica, controlada por el protocolo DMX, permite conseguir variaciones cromáticas (RGB) y variaciones de intensidad (en versión monocromática y en RGB).

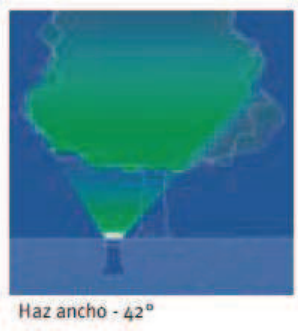
Figura 3.2-8.- Luminaria Roca Led

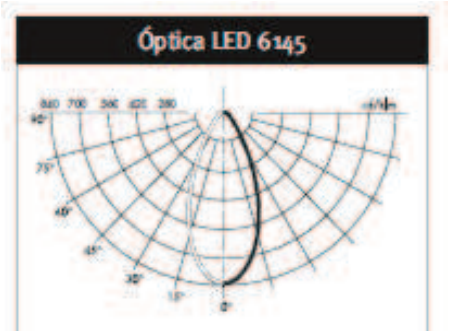
3.2.3.1.1 Detalle del tipo de instalación

CARACTERISTICAS DE DISEÑO		
CARACTERISTICAS DE LA LUMINARIA		
	Hermeticidad:	IP 67 (*)
	Resistencia a los impactos:	IK 10(**)
	Tension nominal:	110 V - 60Hz
	Clase electrica:	II (*)
	Resistencia a una carga estatica	2000kg
	Peso (vacio):	9kg
CARACTERISTICAS DE LA LAMPARA		
	Tipo:	Led
	Potencia:	1,2W
	Flujo Luminoso	100 lm

Tabla 3.2-10.- Detalles de la lámpara y luminaria

3.2.3.1.2 Distribuciones fotométricas:





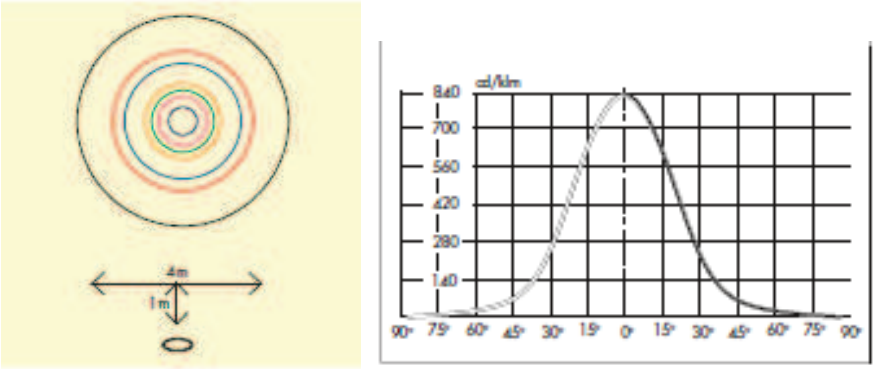


Figura 3.2-9.- Distribución fotométrica del reflector rocca

3.2.3.1.3 Dimensiones para la instalación

Previstos para una instalación flexible, los productos Rocca se adaptan a cualquier tipo de suelo. La corona del proyector ha sido adecuada para:

- ser integrada a ras de suelo, en un suelo de hormigón
- sobresalir ligeramente sobre el nivel del suelo, en el caso de un suelo pavimentado.

		Midi	Maxi
D	Diámetro de la corona		
	• Versión hormigón	220 mm	270 mm
	• Versión pavimento	240 mm	290 mm
H	Altura total de la instalación	450 mm	450 mm
A	Altura del proyector		
	• Versión asimétrica orientable	113 mm	116 mm
	no orientable	70 mm	92 mm
	• Versión simétrica orientable	90 mm	116 mm
	no orientable	59 mm	64 mm
B	Altura de la base del kit	210 mm	210 mm
C	Longitud de la base del kit	375 mm	375 mm
E	Ancho de la base del kit	322 mm	322 mm

Tabla 3.2-11.- Datos para la instalación del proyector (3).

“La base ancha del kit de instalación facilita la fijación estable del proyector en el suelo, a la vez que permite el paso y el mantenimiento del cable único de alimentación a la red (tensión y señal DMX). Los proyectores Rocca se entregan con cable de salida, lo cual permite una conexión única, desde su base.

El kit de instalación contiene también un sistema de puesta a nivel, que cierra la cavidad destinada a recibir el proyector a la espera de la instalación del mismo.
De esta manera, la cubeta de empotramiento está protegida de cualquier entrada de materiales de construcción (grava, hormigón, arena,…).”

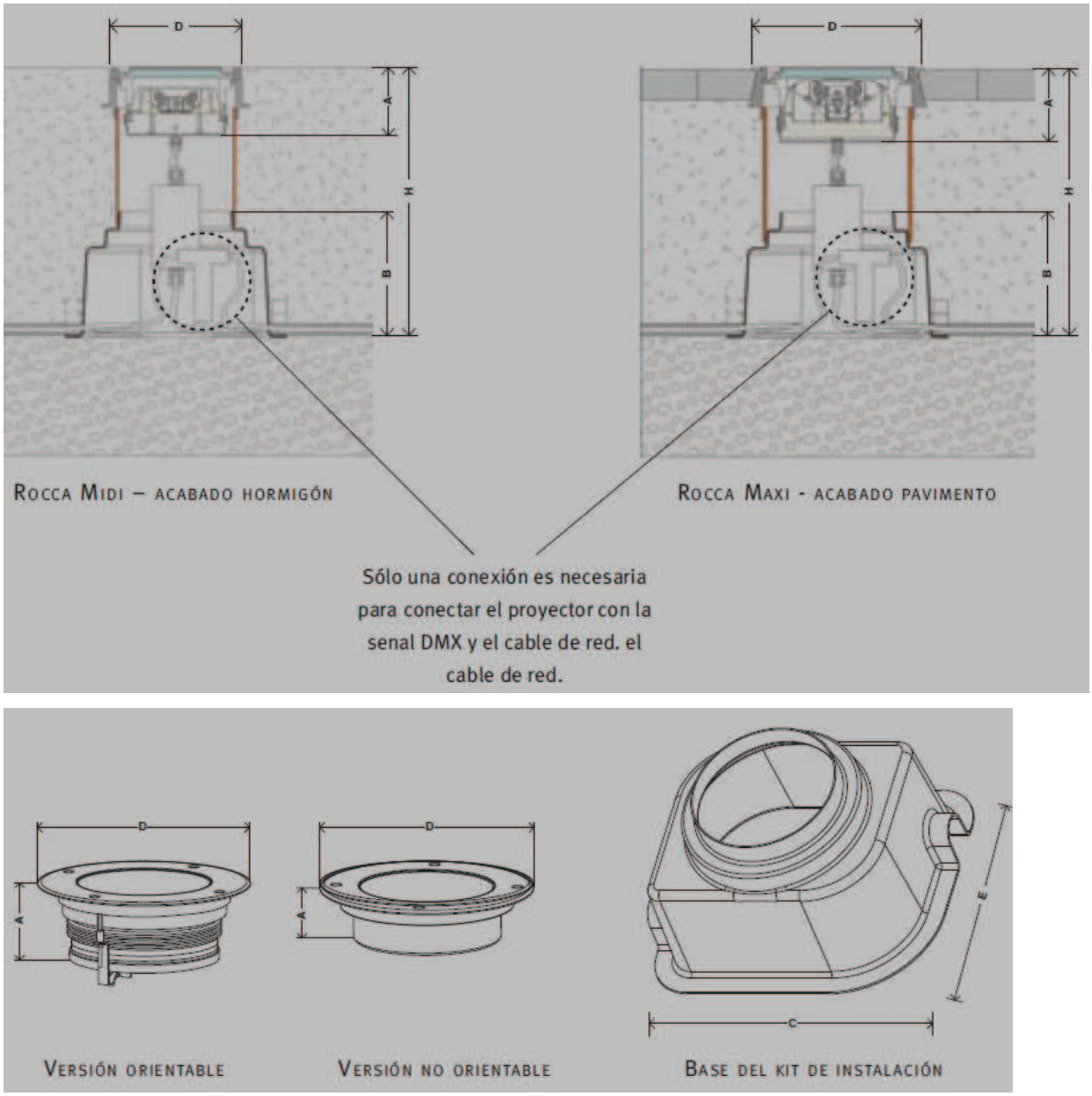


Figura 3.2-10Detalle de instalación (3).

3.2.4 ELECCIÓN DE LA FUENTE LUMINOSA PARA LA CANCHA DEPORTIVA CUBIERTA

Se procede a comparar dos tipos de fuente luminosa, para este caso se considera las siguientes:

- Halogenuro metálico
- Led

Se muestra la siguiente tabla, en la cual, con la ayuda de las ecuaciones 3.2-1 y 3.2-2, se procede a calcular el valor de la iluminancia de cada una de las lámparas.

TIPO	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Intensidad luminosa (cd)	Distancia (m)	Iluminancia (lux)
Halogenuro metálico	150	12000	955	10	10
Led	75	8400	668	10	7

Tabla 3.2-12.- Representación de datos de las fuentes luminosas

Por los datos obtenidos en la tabla anterior se procede a escoger lámparas de Tipo Led, ya que el consumo energético con este tipo de iluminación es más eficiente debido a que el consumo de potencia activa es mucho menor a la lámpara de halogenuro metálico.

3.2.4.1 Luminaria para la cancha deportiva

En la cancha deportiva se instalara Percepto Led

Solución flexible para montaje en techo

- Máximo ahorro energético y reducido mantenimiento
- Bloque óptico y compartimento de auxiliares independientes: excelente gestión térmica
- Temperaturas de funcionamiento de -25ºC hasta 40ºC
- Fácil instalación. Montaje por un único operario
- Solución fotométrica simétrica y asimétrica
- Sistema de control y detección de presencia integrado
- Fácil conexión: se suministra con cable saliente (0,5 m) con conector
- Luminaria compacta, materiales de calidad reciclables

Figura 3.2-11.- Luminaria Percepto Led

3.2.4.1.1 Detalle del tipo de instalación

CARACTERISTICAS DE DISEÑO		
CARACTERISTICAS DE LA LUMINARIA		
	Hermeticidad:	IP 66 (*)
	Resistencia a los impactos:	IK 0,8(**)
	Tension nominal:	2200 V - 60Hz
	Clase electrica:	II (*)
	Peso (vacio):	9kg
CARACTERISTICAS DE LA LAMPARA		
	Tipo:	Led
	Potencia:	75W
	Flujo Luminoso	8400 lm

Tabla 3.2-13.- Detalles de la lámpara y luminaria (3).

3.2.4.1.2 Distribuciones fotométricas:

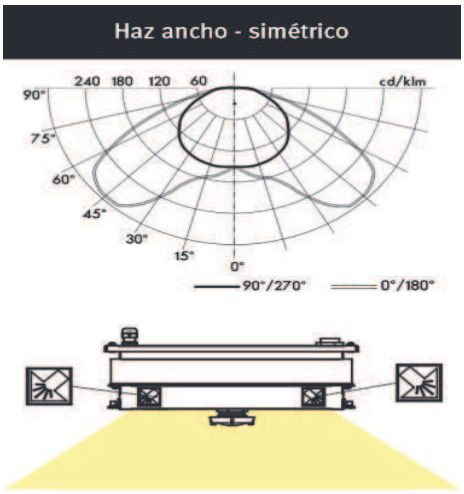


Figura 3.2-12.- Distribución fotométrica del Percepto

3.3 PRESUPUESTO

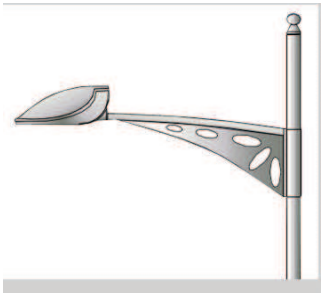
El presupuesto es simplemente, el proceso de identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo la ejecución del proyecto, determina la calidad y cantidad de recursos necesarios. Entre otros factores, analiza el costo del proyecto en términos de dinero. Con frecuencia, los interesados en la ejecución de proyectos suponen que cuentan con los recursos necesarios y que el costo es tan bajo que no es necesario realizar el análisis. Sin embargo puede ocurrir que, una vez que el proyecto esté marchando los voluntarios se den cuenta de que el equipo, los materiales y la mano de obra especializada que se requiere para completarlo no están disponibles. También puede ocurrir que se haya completado el proyecto, y todos los participantes han ignorado la necesidad de adquirir los repuestos necesarios o los imprevistos que se presentan en las pruebas de calidad. Varios meses después de finalizar el proyecto los algunos sistemas pueden fallar si no se realiza el trabajo con calidad y no se tienen los repuestos adecuados para arreglar las fallas.

El presupuesto no sólo ayuda a determinar el costo del proyecto y su mantenimiento sino que también sirve para determinar si vale o no la pena llevarlo a cabo. En este caso el arreglo del parque no es un proyecto con fines de lucro pero juega un papel importante en la estética para brindar un ambiente agradable al personal que visite el mismo, por lo que se debe realizar el análisis de costos necesario.

3.3.1 PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA LA ILUMINACIÓN EXTERIOR

En las siguientes tablas se expone el presupuesto estimado para el sistema de iluminación exterior.

Cabe mencionar que este puede variar según el mercado y la demanda de los productos, los costos de cada producto son referenciales.

ANALISIS DE COSTOS - SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR (año 2013)					
ITEM	EQUIPO / ACCESORIO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD (EA)	COSTO TOTAL
1		Luminaria Hestia led: Luminaria tipo led, 70W, 220 V, 60 Hz.	865	50	43250
2		Luminaria Isla led: Luminaria tipo led, 28W, 220 V, 60 Hz.	587	22	12914
3		Poste ornamental metalico de 10m de altura	328	20	6560
4		Brazo para luminaria 1.8m	76	20	1520
5		Poste metalico ornamental de 5m	257	22	5654

ANALISIS DE COSTOS - SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR (año 2013)					
ITEM	EQUIPO / ACCESORIO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD (EA)	COSTO TOTAL
6		Proyector led para monumentos, de 120V y 1,2W	463	12	5556
7		Proyector led para cancha deportiva, 75W, 220V	904	6	5424
8		capuchones para cable	25	7	175
9		Cable para enterrar directamente, # 8 AWG	7,5	1700	12750
				TOTAL	93803

Tabla 3.3-1.-Precio de equipos y materiales para la iluminación

De las tablas expuestas el presupuesto que se debe manejar en materiales es la suma de 93803 dólares.

En el presupuesto mencionado en este capítulo únicamente hace referencia al sistema de iluminación exterior en el parque.

3.3.2 PROFORMAS PROPUESTAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO CORRESPONDIENTE AL SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR

Se presenta la proforma a considerar para la ejecución del sistema de iluminación exterior, desde el punto de vista decorativo, en estas se considera los siguientes ítems:

- Recurso de materiales
- Recursos técnicos
- Recursos humanos
- Transporte

Para realizar la ejecución del proyecto mencionado y efectuar los objetivos se requiere de una serie de recursos, estos son elementos que, administrados correctamente, le permitirán o le facilitarán alcanzar sus objetivos.

Recursos materiales: comprendidos el dinero, las instalaciones físicas, la maquinaria, los muebles, las materias primas, etc.

Recursos técnicos: Bajo este rubro se listan los sistemas, procedimientos, organigramas, instructivos, etc.

Recursos humanos: No solo el esfuerzo o la actividad humana quedan comprendidos en este grupo, sino también otros factores que dan diversas modalidades a esa actividad: conocimientos, experiencias, motivación, intereses vocacionales, aptitudes, actitudes, habilidades, potencialidades, salud, etc.

Los recursos humanos se han dejado al último no por ser los menos importantes, sino porque, siendo objeto de este ensayo, requieren de una explicación más amplia. La mano de obra representa el factor humano de la producción, sin cuya intervención no podría realizarse el proyecto.

La clasificación de la mano de obra va a depender directamente de la relación del trabajador con el proceso de ejecución de la obra, sea esta mano de obra directa o indirecta.

Mano de Obra Directa: es la fuerza laboral que se encuentra en contacto directo con la fabricación de un determinado producto que tiene que producir la empresa. Esta ha sido responsable del grueso manejo del trabajo por horas.

Mano de Obra Indirecta: es la fuerza laboral que no se encuentra en contacto directo con el proceso de la construcción de un determinado proyecto que tiene que realizar la empresa.

La jerarquía cuando se usa como instrumento para ejecutar la autoridad posee una mayor formalidad y es conocida como jerarquía estructural de la organización.

	PRESUPUESTO MANO DE OBRA Y DESGLOSE DE COSTOS					
	NUMERO DE ORDEN DE TRABAJO:					
	SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR, COMPLEJO TURISTICO EN ARCHIDONA					
	Contratista: XXX		Cuenta #:	XXX		
	Contrato #: XXX		Fecha:	XXX		
ÍTEM	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANT.**	**TARIFA UNITARIA**	**TOTAL $**	**Tipo de Tarifa**
	Tarifas Unitarias de Construcción					
1	**SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR**					
1.1	**Instalación de posteria y luminarias, soterramiento de cables.**					
1.1.1	Excavacion de 0.6m de profundidad para el cable del circuito de iluminacion.	m3	200,00	$60,00	$12.000,00	TU
1.1.2	Construccion de bases hormigonadas para postes	un	30,00	$60,00	$1.800,00	TU
1.1.3	Instalacion de cable, para iluminacion.	m	500,00	$3,50	$1.750,00	TU
1.1.4	Instalacion de luminaria, conexionado y pruebas de funcionamiento.	un	119,00	$100,00	$11.900,00	TU
1.1.5	Construccion de cajas de revision	un	5,00	$120,00	$600,00	TU
1.1.6	Camion Grua de 4 toneladas	dia	4,00	$350,00	$1.400,00	TU
1.1.7	Instalacion de lighting panel, para el control de iluminacion.	un	1,00	$300,00	$300,00	TU
#	**TARIFAS DE CONSTRUCCIÓN**				**$29.750,00**	**TU**
	TIEMPO Y MATERIALES IMPREVISTOS				**$4.462,50**	**T&M**
	SERVICIOS DE TERCEROS				**$1.200,00**	**Serv.**
	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES				**$0,00**	**Mater.**
	OTROS				**$0,00**	**Otro**
	TOTAL				**$35.412,50**	
	Notas:					

Tabla 3.3-2.-Presupuesto de mano de obra y movilización

CAPÍTULO CUATRO.- DISEÑO DEL SISTEMA DE PROPULSION DE AGUA

4.1 ANALISIS DE CARGA.

Antes de realizar el estudio de carga se considera al parque como una carga comercial por su comportamiento de consumo. El objetivo fundamental de un parque es proveer seguridad, confort, eficiencia y un atractivo ambiente para dar un paseo.

De acuerdo a las nuevas normas emitidas por el CONELEC, el alumbrado público de parques, plazas y canchas deportivas es responsabilidad de los municipios de cada ciudad y no de las empresas eléctricas de distribución.

Este aspecto establece que el sistema de alumbrado público ornamental e intervenido, comprende las actividades de administración, operación, mantenimiento, inversión y reposición de luminarias, redes y equipos eléctricos necesarios para la prestación del alumbrado.

En este caso las cargas principales son las luminarias y el sistema de propulsión de agua que se encuentra en la pileta principal.

Para empezar el estudio de carga, se define algunos conceptos esenciales de los parámetros que se utiliza para el mismo.

4.1.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE CARGA.

Carga Instalada ($C_{inst.}$).- Es la sumatoria de los valores nominales de potencia marcados en las placas de los dispositivos eléctricos; Estos valores están definidos por los fabricantes de los equipos y sus valores se miden en kW o KVA.

Demanda.- Es la potencia consumida por las cargas eléctricas, medidas en intervalos de tiempo. Este intervalo se denomina intervalo de demanda.

Demanda Máxima $(\mathbf{D_{max}})$**.-** Es el valor más alto de las demandas unitarias que se presentan cuando se realiza la medición en intervalos de tiempo.

Demanda Promedio$(\mathbf{D_{MED}})$**.-** Es el valor promedio de las demandas unitarias que se presentan en el estudio de carga.

Si la potencia base de todas las cargas conectadas en un parque comercial fueran sumadas para determinar el requerimiento la potencia total, la demanda resultante sería en la mayoría de los casos mayor a la necesitada.

Ventajosamente se pueden tomar muchas cargas como no coincidentes las mismas que podrían estar apagadas u operar con requerimientos de potencia reducida por varias veces. Los factores de demanda y diversidad son aplicados a la carga total para obtener una carga distribuida y realista de acuerdo a los requerimientos de los equipamientos.

Demanda Diversificada.- Es la demanda de un grupo de cargas relacionadas entre sí y tomadas como una unidad en un determinado intervalo de tiempo.

Factor de Demanda$(\mathbf{F_D})$**.-** Es la relación entre la demanda máxima y la carga instalada en un sistema eléctrico.

$$F_D = \frac{D_{max}}{C_{inst.}} \leq 1$$

Ecuación 4.1-1.- Factor de demanda. (8)

Factor de Carga $(\mathbf{F_C})$ **.-** Relación que existe entre la demanda media y la demanda máxima de todo el sistema en un periodo determinado.

$$F_C = \frac{D_{MED}}{\text{Máxima Demanda de un Periodo}}$$

Ecuación 4.1-2.- Factor de carga. (8)

Factor de Diversidad $(\mathbf{F_{DIV.}})$**.-** Es la relación que existe entre la sumatoria de todas las demandas individuales y la demanda máxima individual en ese periodo.

$$F_{Div} = \frac{\sum \text{Demandas Individuales}}{\text{Demanda Individual Máxima}}$$

Ecuación 4.1-3.- Factor de diversidad. (8)

En sistemas que no se tenga conocimiento de la demanda máxima es recomendable sumar las cargas conectadas provistas y el resultado multiplicar por el factor de demanda para determinar la carga, o la demanda máxima, en nuestro caso este resultado nos servirá para el dimensionamiento de los generadores de emergencia que abastecerá normalmente todo el sistema eléctrico del parque.

Factor de Simultaneidad $(\mathbf{F_S})$**.-** Este factor es el inverso del factor de diversidad como se ve en la siguiente ecuación.

$$F_S = \frac{1}{F_{DIV.}}$$

Ecuación 4.1-4.- Factor de simultaneidad. (8)

Factor de Crecimiento $(\mathbf{F_{Crec.}})$.-Es el factor indicativo de cuanto crece la carga en un intervalo de tiempo, generalmente 5 años.
Se define con la siguiente expresión:

$$F_{Crec.} = \left[\frac{D_{MED\ Periodo\ 1}}{D_{MED\ Periodo\ 2}}\right]^{\frac{1}{2}} - 1$$

Ecuación 4.1-5.- Factor de crecimiento. (8)

Factor de Utilización$(\mathbf{F_{Ut.}})$**.-** Es la relación entre la potencia aparente máxima demandada por el sistema y la potencia aparente de la fuente de poder (Transformador) y representa el valor transitado de potencia que necesita el

sistema comparado con la potencia disponible que puede brindar el transformador sin exceso de calentamiento.

$$F_{Ut} = \frac{S_{max.carga}}{S_{Transformador}}$$

Ecuación 4.1-6.- Factor de utilización. (8)

Factor de Planta$(F.\,Planta)$**.-**Es la relación entre los KVA medios leídos y la carga total instalada. Este factor representa la razón a la cual el trabajo se efectúa en el sistema eléctrico en la definición de potencia eléctrica, de tal manera que un kilovatio para la carga total instalada representa una razón específica a la cual el trabajo se puede efectuar.

$$F_{Planta} = \frac{KVA_{MED}}{S_{Transformador}}$$

Ecuación 4.1-7.- Factor de Planta. (8)

A continuación se realizara un cálculo real muy abstracto para determinar la demanda máxima y otros parámetros importantes los cuales sirven para realizar un diseño correcto optimizando recursos y garantizando la operatividad del sistema.

4.1.2 CÁLCULO DE PARÁMETROS DE CARGA. (6)

Este cálculo presentado a continuación servirá como referencia para ingenieros que realicen diseños eléctricos de parques y áreas recreativas con concurrencia constante de personas que puedan disfrutar del confort en un ambiente agradable disminuyendo el impacto visual por las facilidades eléctricas presentadas,

El diseño eléctrico debe satisfacer todos los criterios en consideración para disminuir los imprevistos que siempre están presentes en los proyectos.

4.1.2.1 Altura de aspiración en bombas centrífugas

Para empezar a determinar la carga del sistema de propulsión (Bombas Centrifugas) es necesario diseñar el procedimiento y determinar la altura del juego

de agua en la pileta central y en la pileta lateral; Para esto partimos de los conceptos básicos a tener en cuenta; Parámetros como: Energía cinética, pérdida de carga en tuberías, eficiencia del sistema, altura del chorro y caudal. Con estos parámetros claros podemos dimensionar en potencia la bomba centrifuga.

4.1.2.2 **Bombas de propulsión de agua**

Los sistemas más utilizados para sistemas de propulsión de agua son las bombas centrifugas y las bombas volumétricas.

4.1.2.2.1 Bombas Centrifugas

"Las Bombas centrífugas también llamadas Rotodinámicas, son un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor. El fluido entra por el centro del rodete, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba, que por el contorno su forma lo conduce hacia las tuberías de salida o hacia el siguiente rodete se basa en la ecuación de Euler y su elemento transmisor de energía se denomina impulsor rotatorio llamado rodete en energía cinética y potencial requeridas y es este elemento el que comunica energía al fluido en forma de energía cinética."

Las Bombas Centrífugas se pueden clasificar de diferentes maneras:

- Por la dirección del flujo en: Radial, Axial y Mixto.
- Por la posición del eje de rotación o flecha en: Horizontales, Verticales e Inclinados.
- Por el diseño de la coraza (forma) en: Voluta y las de Turbina.
- Por el diseño de la mecánico coraza en: Axialmente Bipartidas y las Radialmente Bipartidas.
- Por la forma de succión en: Sencilla y Doble.

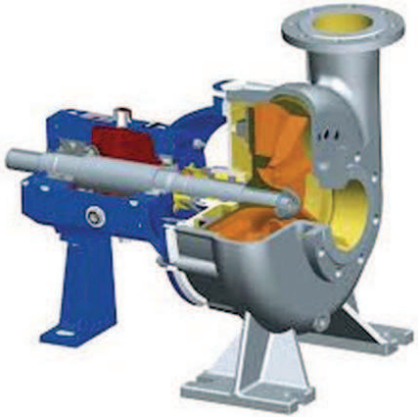


Figura 4.1-1.-Bomba Centrífuga (6)

Aunque la fuerza centrífuga producida depende tanto de la velocidad en la periferia del impulsor como de la densidad del líquido, la energía que se aplica por unidad de masa del líquido es independiente de la densidad del líquido.

4.1.2.2.2 Bombas volumétricas

Las bombas de desplazamiento positivo o volumétrico, en las que el principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan bombas volumétricas. En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se habla de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces se dice que la bomba es de volumen fijo.

Figura 4.1-2.-Bomba volumétrica (6)

4.1.2.3 **Selección de la bomba y cálculo de la elevación H**

Por lo mostrado en el punto 4.1.2.1, las bombas centrifugas brindan un servicio satisfactorio y tienen menor precio con respecto a la bomba volumétrica, además constituyen no menos del 80% de la producción mundial de bombas, porque es la más adecuada para mover mayor cantidad de líquido que la bomba de desplazamiento positivo o volumétrica, asimismo su flujo es uniforme y libre de impulsos de baja frecuencia.

La potencia de la bomba se calcula en HP por la fórmula:

$$HP_{BOMBA} = \frac{Q_{(lps)} \times ADT_{(m)}}{75 \times \frac{n_{\%}}{100}}$$

Ecuación 4.1-8.- Potencia de la bomba. (5)

Dónde:

$\mathrm{HP} \rightarrow$ Potencia de la bomba en HP

$\mathrm{Q} \rightarrow$ Caudal del sistema

$n_{\%} \rightarrow$ Rendimiento del sistema en porcentaje

$ADT \rightarrow$ Altura dinámica total de bombeo

El sistema planteado tiene una altura de 3 m desde el tanque recolector y el nivel de piso terminado y del piso terminado cada chorro debe tener una altura neta de 6 m.

$$\mathrm{ADT} = \mathrm{H} + \sum \mathrm{hf} + \frac{V^2}{2 \times g} + Hr$$

Ecuación 4.1-9.- Altura dinámica total de bombeo. (6)

Dónde:

$H \rightarrow$ Altura geométrica entre el nivel inferior y el superior del líquido (m)

$\sum \mathrm{hf} \rightarrow$ La sumatoria de todas las pérdidas (tanto en tubería recta como en accesorios) que sufre el fluido entre el nivel de succión y el de

descarga (m).

$\frac{V^2}{2\times g} \rightarrow$ Energía cinética o presión dinámica (m)

$Hr \rightarrow$ Es la altura donde la presión residual que debe vencer la bomba cuando el fluido llegue a su destino o punto más desfavorable (m).

Para determinar la sumatoria de todas las pérdidas (tanto en tubería recta como en accesorios) que sufre el fluido entre el nivel de succión y el de descarga primero se debe conocer el diámetro de la tubería, tipo de tubería para proceder a calcular el caudal y encontrar las pérdidas $\sum \mathrm{hf}$.

$$Q = \pi \times \frac{\emptyset^2}{4} \times V$$

Ecuación 4.1-10.- Cálculo de caudal. (6)

4.1.2.4 **Cálculo del volumen**

Tomando como referencia un sistema patrón para tomarlo en todas las salidas del sistema de propulsión se procederá al cálculo del caudal.

Este sistema patrón tiene la capacidad de direccionar el agua propulsada por las bombas mediante una tubería de $1\frac{1}{2}$" de diámetro, y de un pulmón del mismo diámetro se derivaran 5 salidas individuales de $\frac{1}{2}$ ".

$\emptyset \rightarrow 1\frac{1}{2}"$ =0.0375 m Diámetro interno del tubo en (m)

$V \rightarrow 15\ \frac{Km}{h} = 4.16\ \frac{m}{s}$ Velocidad del flujo (m/s)

$$Q = \pi \times \frac{0.0375^2}{4} \times 4.16$$ de Ec.4.1-10

$$Q = 0.0046\ \frac{m^3}{s}$$

$$\therefore Q = 4.6\ \frac{lt}{s}$$

4.1.2.5 **Cálculo de pérdidas de energía**

En esta sección se trataran las pérdidas de energía que sufre un fluido, en su trayectoria dentro de una tubería debido a la fricción de .este con las paredes de la misma, así como también, las pérdidas causadas por los cambios de dirección, contracciones y expansiones a todo lo largo de una red de distribución. La pérdida de energía de un fluido dentro de una tubería, se expresa como pérdida de presión o pérdida de carga en el mismo.

$$hf_T = \sum \text{hf} = hf_1 + hf_2$$

Ecuación 4.1-11.- Pérdidas de carga total. (6)

Dónde:

$hf_1 \rightarrow$ Pérdidas de carga en tubería recta (m)

$hf_2 \rightarrow$ Pérdida de carga en accesorios y curvas (m)

Para el cálculo de las pérdidas de carga en la tubería se ha tomado como base la fórmula de Hazen-Williams para tuberías de hierro galvanizadas de uso común mientras las pérdidas en accesorios se toman en cuenta los valores de pérdidas en singularidades como sigue.

$$\text{hf}_1 = 10.674 \times \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.582} \times Ø^{4.871}}\right] \times L$$

Ecuación 4.1-12.- Pérdidas de carga en tuberías rectas. (6)

Dónde:

$C \rightarrow$ Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

$L \rightarrow$ Longitud de la tubería

$Ø \rightarrow$ Diámetro interno del tubo

$Q \rightarrow$ Caudal del sistema

El cálculo del coeficiente de rugosidad "n" es complejo, ya que no existe un método exacto. Para el caso de tuberías se pueden consultar los valores de "n" en la tabla 4.1-1. Algunos de esos valores se resumen en la siguiente tabla:

$$hf_1 = 10.674 \times \left[\frac{0.0046^{1.852}}{120^{1.852} \times 0.0375^{4.871}}\right] \times 5 \qquad \text{De Ec. 4.1-12}$$

$$hf_1 = 10.674 \times 0.058 \times 5$$

$$\therefore\ hf_1 = 3.1\ \ m$$

COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES				
Material	**C**		**Material**	**C**
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120
Latón	130-140		Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113		Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100		Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90		Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83		Acero rolado	110
Concreto	120-140		Lata	130
Cobre	130-140		Madera	120
Hierro dúctil	120		Hormigón	120-140

Tabla 4.1-1.-Coeficientes de Hazen-Williams para rugosidad de Materiales (6)

Además de las pérdidas de carga por rozamiento, se producen otro tipo de pérdidas que se originan en puntos singulares de las tuberías (cambios de dirección, codos, juntas, etc.) y que se deben a fenómenos de turbulencia hf_2.

La suma de estas pérdidas de carga accidentales o localizadas más las pérdidas por rozamiento dan las pérdidas de carga totales.

Salvo casos excepcionales, las pérdidas de carga localizadas sólo se pueden determinar de forma experimental, y puesto que son debidas a una disipación de energía motivada por las turbulencias, pueden expresarse en función de la altura cinética corregida mediante un coeficiente empírico (K):

$$\mathrm{hf}_2 = k \times \left[\frac{V^2}{2 \times g}\right]$$

Ecuación 4.1-13.- Pérdida de carga en accesorios y curvas.

Donde:

$hf_2 \rightarrow$ Pérdida de carga en accesorios y curvas (m)

$k \rightarrow$ Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

$V \rightarrow$ Velocidad media del fluido (m/s)

$g \rightarrow$ Aceleración de la gravedad ($\frac{m}{s^2}$)

$\frac{V^2}{2 \times g} \rightarrow$ Energía cinética o presión dinámica

El coeficiente "K" depende del tipo de singularidad y de la velocidad media en el interior de la tubería. En la tabla 4.2 se resumen los valores aproximados de "K" para cálculos rápidos:

$$\mathrm{hf}_2 = K_i \times \left[\frac{V^2}{2 \times g}\right] \quad \text{de Ec 4.1-13}$$

$$\mathrm{hf}_2 = 2.5 \times \left[\frac{4.16^2}{2 \times 9.8}\right] + 2 \times \left[\frac{4.16^2}{2 \times 9.8}\right] + 0.9 \times \left[\frac{4.16^2}{2 \times 9.8}\right]$$

$$\mathrm{hf}_2 = 2.21 + 1.77 + 0.8$$

$$\therefore \mathrm{hf}_2 = 4.78\ m$$

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS SINGULARES		
Accidente	**K**	**L/D**
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90º de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90º de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90º de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45º de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45º de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45º de radio grande (con bridas)	0,35	-

Tabla 4.1-2.-Coeficientes K en pérdida de singularidades(6)

$$\sum \text{hf} = hf_1 + hf_2 \qquad \text{de Ec. 4.1-11}$$

$$\sum \text{hf} = 3.1 + 4.78$$

$$\sum \text{hf} = 7.88\ m$$

$$\text{ADT} = \text{H} + \sum \text{hf} + \frac{V^2}{2 \times g} + Hr \qquad \text{de Ec. 4.1-9}$$

$$\text{ADT} = 9 + 7.88 + \frac{4.16^2}{2 \times 9.8} + 6$$

$$\text{ADT} = 9 + 7.88 + 0.88 + 6$$

$$\therefore \text{ADT} = 23.73\ \text{m}$$

4.1.2.6 **Dimensionamiento de la bomba**

Calculando la potencia de la bomba (HP), en función del caudal, altura dinámica total de bombeo y el rendimiento de la bomba que generalmente es el 60%, tenemos:

$$HP_{BOMBA} = \frac{Q_{(lps)} \times ADT_{(m)}}{75 \times \frac{n_{\%}}{100}}$$ de Ec. 4.1-8

$$HP_{BOMBA} = \frac{4.6\frac{lt}{s} \times 23.73\ m}{75 \times \frac{60}{100}}$$

$$HP_{BOMBA} = \frac{109.2}{45}$$

$$= 2.43 \text{ (Potencia de la Bomba en HP)}$$

4.1.2.7 **Dimensionamiento del motor eléctrico**

Los motores eléctricos que accionan las bombas deberán tener una potencia normal según las fórmulas siguientes:

$$HP_{MOTOR\,3\emptyset} = 1.3 \times HP_{BOMBA}$$

$$HP_{MOTOR\,1\emptyset} = 1.5 \times HP_{BOMBA}$$

Ecuación 4.1-14.- Dimensionamiento del motor eléctrico. (5)

Para este diseño se consideran motores trifásicos por sus beneficios.

$$HP_{MOTOR\,3\emptyset} = 1.3 \times HP_{BOMBA}$$ de Ec. 4.1-14

$$HP_{MOTOR\,3\emptyset} = 1.3 \times 2.43$$

$$\therefore HP_{MOTOR\,3\emptyset} = 3{,}2 \text{ (HP)}$$

4.2 INVESTIGACIÓN DE MERCADO Y SISTEMAS QUE OFRECE

El conjunto Moto-bomba tendrá las características donde se muestre en detalle los parámetros eléctricos y mecánicos que éstas deben tener.

En el mercado se encuentra algunas variedades en características y marcas, se debe realizar una tabulación técnica para escoger el adecuado grupo moto-

bomba. Aparte de las características técnicas y mecánicas se debe tener presente varios parámetros como garantía, marca conocida, mercado en repuestos externo, eléctrico, electromecánicos, rodamientos, ventilación, etc.

Para realizar la tabulación técnica se tiene previsto los siguientes puntos:

- Inspección visual de componentes
- Comprobación dimensional en potencia y en grado de protección IP
- Procedimientos de pruebas
- Certificados de calidad y tipo (diseño) pruebas de informes
- Verificación de accesorios
- Placa de identificación y marcaje
- Cumplimiento de la orden de compra, especificaciones y planos de diseño.

3.1	Carcasa
3.2	Cáncamos de izaje
3.4	Terminales de puesta a tierra
3.5	Caja de conexiones
3.8	Tapas
3.10	Tapa deflectora
3.11	Placa de identificación
4.1	Sistema de refrigeración
5.1	Eje
5.2	Rodamientos
7.2	Sello
7.3	Pintura

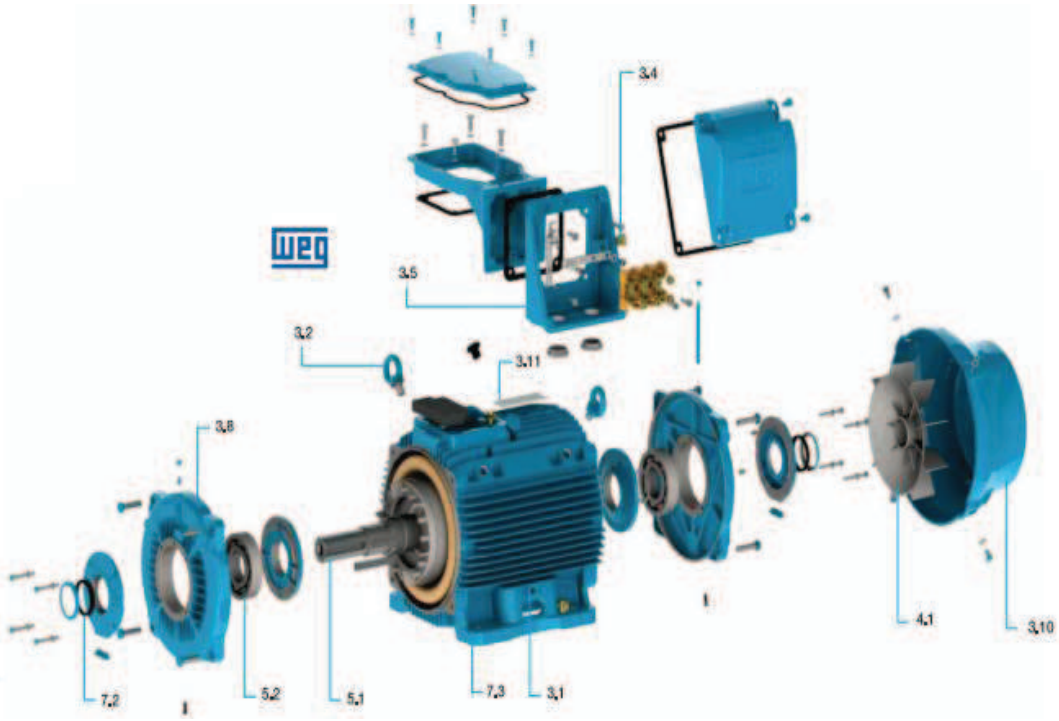


Figura 4.2-1.- Componentes del motor eléctrico Weg 22

4.2.1 **MOTOBOMBAS (5)**

Las moto-bombas de nuestro interés son las bombas centrifugas. La máquina motriz que mueve a la bomba puede ser mecánica o eléctrica, en este caso y según lo mostrado en el punto 4.1.2.7, se requiere de una bomba de 2.43 HP por lo cual el motor eléctrico trifásico seria de 3HP. Tenemos que seleccionar el tipo de motor, ya que en el mercado existen moto-bombas con motor síncrono y motobombas con motor asíncrono.

4.2.1.1 **Motor síncrono**

Los motores síncronos son un tipo de motor de corriente alterna. Su velocidad de giro es constante y depende de la frecuencia de la tensión de la red eléctrica a la que esté conectada y por el número de pares de polos del motor, siendo conocida esa velocidad como "velocidad de sincronismo".

La expresión matemática que relaciona la velocidad de la máquina con los parámetros mencionados es:

$$n = \frac{60 \times f}{P}$$

Ecuación 4.2-1.- Velocidad de sincronismo de la maquina.

$n \rightarrow$ Velocidad de sincronismo de la máquina (rpm)

$f \rightarrow$ Frecuencia de la red a la que está conectada la máquina (Hz)

$P \rightarrow$ Número de pares de polos que tiene la máquina

Los motores síncronos son llamados así, porque la velocidad del rotor y la velocidad del campo magnético del estator son iguales. Los motores síncronos se usan en máquinas grandes que tienen una carga variable y necesitan una velocidad constante.

Debido a que si los campos magnéticos del estator giran a una velocidad baja, el rotor no tendrá problema para acelerar y enlazarse con el campo magnético del estator.

4.2.1.2 **Motor asíncrono**

El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos:

- Rotor jaula de ardilla;
- Rotor bobinado

En el estator se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120º en el espacio. Según el Teorema de Ferraris, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de 120º, se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión en el rotor según la Ley de inducción de Faraday: La diferencia entre el motor a inducción y el motor universal es que en el motor a inducción el devanado del rotor no está conectado al circuito de excitación del motor sino que está eléctricamente aislado. Tiene barras de conducción en todo su largo, incrustadas en ranuras a distancias uniformes alrededor de la periferia. Las barras

están conectadas con anillos (cortocircuitadas) en cada extremidad del rotor. Están soldadas en las puntas de las barras. Este ensamblado se parece a las jaulas rotativas, por lo que se conocen como "jaula de ardilla", y los motores de inducción se llaman motores de jaula de ardilla.

$$n_{sincr} = \frac{60 \times \text{fe}}{P}$$

Ecuación 4.2-2.- Velocidad de sincronismo.

$n_{sinc} \rightarrow$ Velocidad de sincronismo de la máquina (rpm)

$f \rightarrow$ Frecuencia de la red a la que está conectada la máquina (Hz)

$P \rightarrow$ Número de pares de polos que tiene la máquina

Entonces se da el efecto Laplace (ó efecto motor): todo conductor por el que circula una corriente eléctrica, inmerso en un campo magnético experimenta una fuerza que lo tiende a poner en movimiento. Simultáneamente se da el efecto Faraday (ó efecto generador): en todo conductor que se mueva en el seno de un campo magnético se induce una tensión.

El campo magnético giratorio, a velocidad de sincronismo, creado por el bobinado del estátor, corta los conductores del rotor, por lo que se genera una fuerza electromotriz de inducción.

La acción mutua del campo giratorio y las corrientes existentes en los conductores del rotor, originan una fuerza electrodinámica sobre dichos conductores del rotor, las cuales hacen girar el rotor del motor.

La diferencia entre las velocidades del rotor y el campo magnético se denomina deslizamiento o resbalamiento.

El deslizamiento en una máquina eléctrica es la diferencia relativa entre la velocidad del campo magnético (velocidad de sincronismo) y la velocidad del rotor.

La siguiente expresión se utiliza para hallar el deslizamiento:

$$s = \frac{n_s - n_m}{n_s}$$

Ecuación 4.2-3.- Velocidad de deslizamiento.

$s \rightarrow$ Velocidad de deslizamiento (expresada en pu)

$n_{sinc} \rightarrow$ Velocidad de sincronismo de la máquina (rpm)

$n_m \rightarrow$ Velocidad angular del rotor de la máquina (rpm)

Después de este análisis entre los motores sincrónicos y los asíncronos se decide utilizar en el sistema de propulsión bombas impulsadas por motores asíncronos, ya que no se requiere velocidad constante. Teniendo en cuenta que los Motores Sincrónicos son más caros que motores inducción.

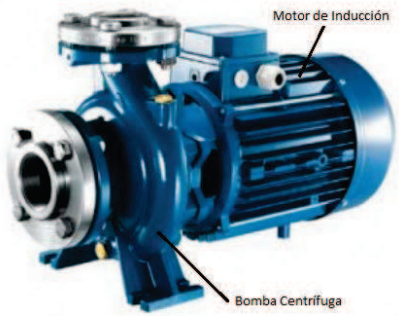


Figura 4.2-2.- Bomba centrífuga mono-bloque de eje horizontal

La bomba centrífuga monobloque de eje horizontal mostrada en la fig. 4.2-3 es fabricada según las normas Para el mercado Latinoamericano la línea W22 está disponible en tres versiones de eficiencia de acuerdo con la norma IEC 60034-30:

- Standard Efficiency (IE1)
- High Efficiency (IE2)
- Premium Efficiency (IE3)

En la figura 4.5 es posible comparar la eficiencia de los motores de las líneas W22 con los valores mínimos establecidos por la norma IEC 60034-30.

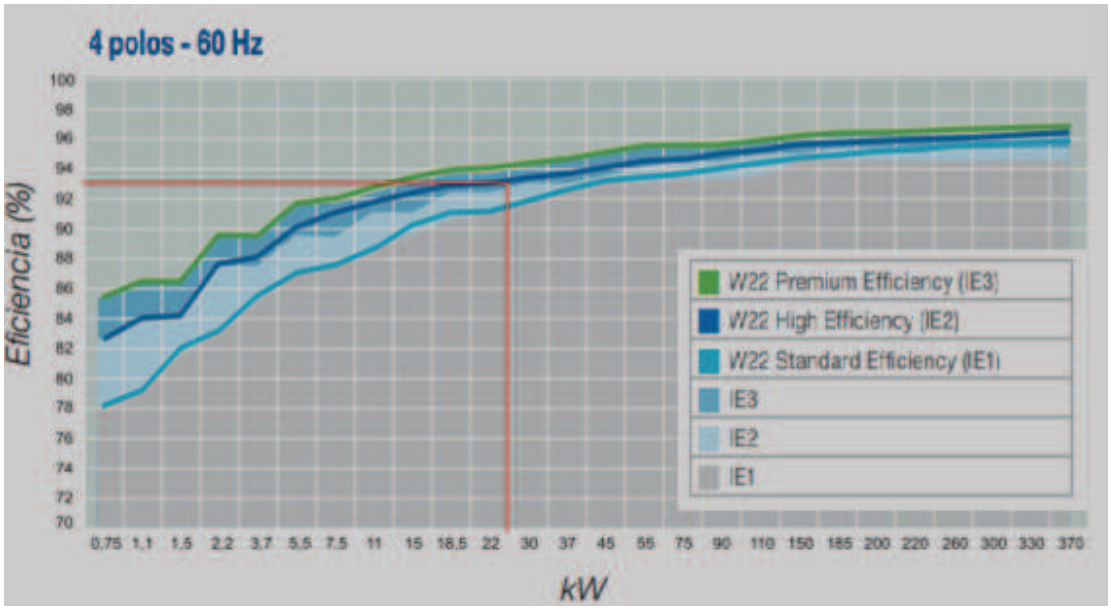


Figura 4.2-3.- Niveles de eficiencia de motores en 60 Hz, WEG, W22

Los motores de las líneas W22 se utilizan en múltiples aplicaciones en refrigeración, climatización, presurización, propulsión, riego, sistemas contra-incendios, industria maderera, depuración y tratamiento de agua, etc.

El tamaño compacto de los motores W22 (entre uno y dos tamaños más pequeños que el motor de inducción de jaula de ardilla con régimen de potencia / torsión estándar) proviene de la característica de temperatura baja, y el sistema de enfriamiento por ventilador es, por lo tanto, reducido en tamaño.

La reducción significativa del ruido a menos de 73dB mejor que los motores de inducción estándar, significa que W22 es ideal en aplicaciones dentro de edificios, áreas cerradas, áreas subterráneas u otras áreas sensitivas

4.3 DISEÑO DE SALIDAS PARA EL SISTEMA DE PROPULSIÓN E ILUMINACIÓN DE AGUA.

Con todas las ventajas mencionadas de los motores W22, se diseña las salidas de agua como se muestra en la figura 4.3-1.

DATOS:

Del sistema de propulsión del parque se tienen los siguientes datos de carga, tanto en la pileta central (Pileta 1) como en la pileta lateral (Pileta 2).

En la pileta 1, se tiene 4 salidas de agua a presión, mientras que en la pileta 2 se tiene 20 salidas de propulsión.

Como se calculó en el ítem 4.1, se necesita un motor de 5HP para 5 salidas de propulsión, como se tiene en total 25 salidas de agua, entonces se necesita 5 moto-bombas, con motor eléctrico trifásico de 5HP (208V, 60 Hz).

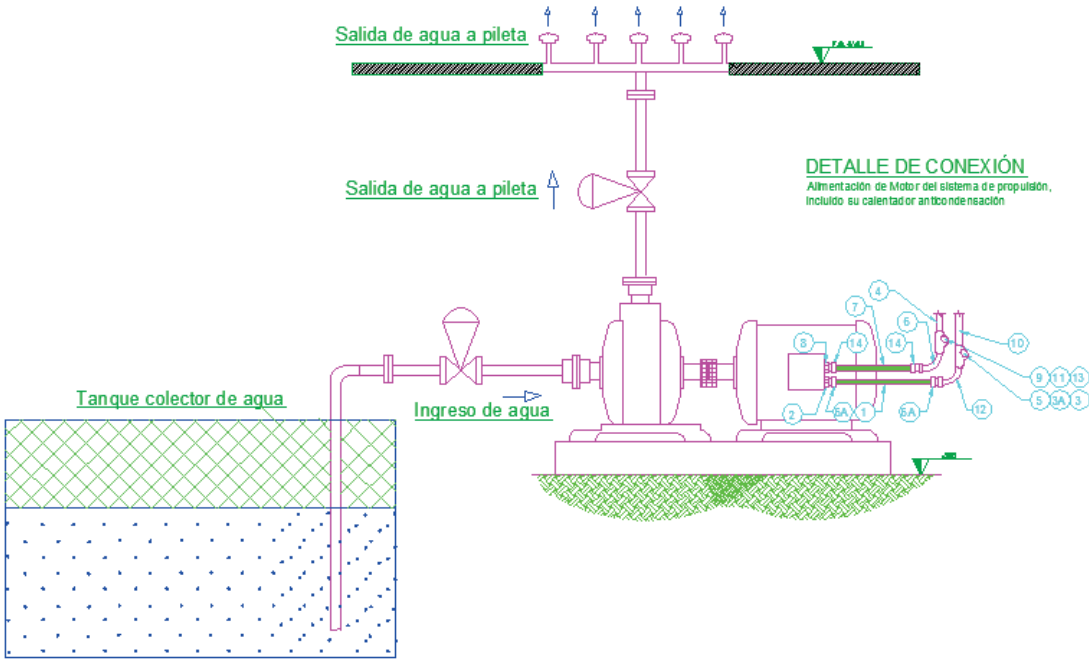


Figura 4.3-1.- Sistema general de propulsión de agua

- D_{max} del sistema de propulsión:

$$D_{max\,sist.propulsión} = 5 \times HP_{MOTOR\,3Ø}$$

$$D_{max\,sist.propulsión} = 5 \times 5\ \text{HP}$$

$$D_{max\,sist.propulsión} = 25\ \text{HP}$$

$$D_{max\,sist.propulsión} = 25\ \text{HP x}\ 746\ \text{W}$$

$$D_{max\,sist.propulsión} = 18{,}7\text{kW}$$

Según el juego de propulsión y la lógica de funcionamiento se observa que el sistema llega un punto donde todas las bombas funcionan al mismo tiempo. Por lo tanto se tiene lo siguiente.

$$F_D = \frac{D_{max}}{C_{inst.}} \qquad \text{de Ec. 4.1-1}$$

$$F_D = \frac{18{,}7\ \text{kW}}{18{,}7\ \text{kW}}$$

$$F_D = 1$$

$$F_{D\,\%} = 100\%$$

El factor de demanda es de 100% con lo cual nos damos cuenta que tenemos un factor de demanda en su peor condición, o sea, toda la carga instalada funciona en un mismo instante, como se ve en el diagrama de tiempos en la fig. 4.3-2 (Tiempos 10-20 seg, 40-45 seg, 60-70 seg, etc.).

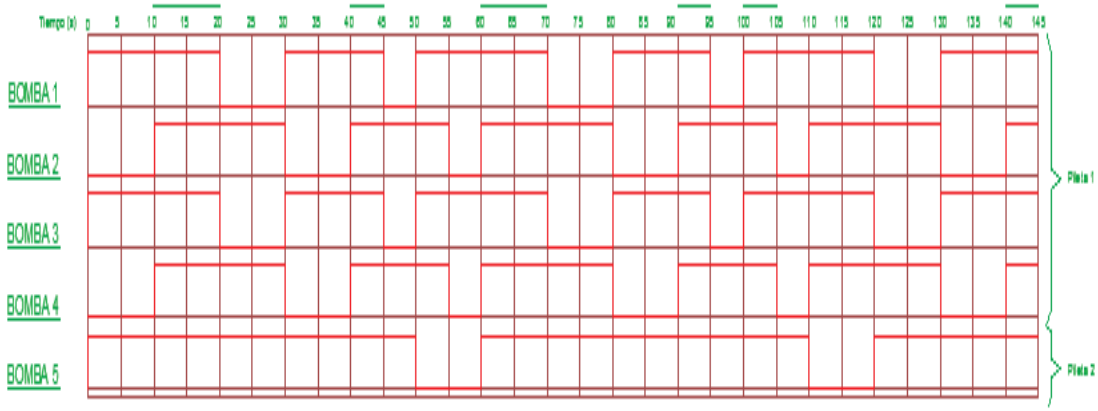


Figura 4.3-2.- Estatus de maniobra en función del tiempo

Este comportamiento es notorio por los turnos y tiempo de funcionamiento del juego de propulsión de agua. Con este dato y los datos del capítulo 3, fácilmente podremos en el capítulo 5 dimensionar el transformador reductor luego que se conoce demanda máxima total.

4.3.1 BOQUILLAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA (9)

Para una mejor distribución, estética y elegancia del sistema hidráulico se utiliza las boquillas dinámicas de salidas de agua safe-rain. Con sólo la presión del agua se genera un movimiento de efecto continuo sin dispositivos mecánicos ni eléctricos adicionales. No hay desplazamiento para generar ese contorneo del agua.

La boquilla dinámica safe-rain es el agua convertida en un armónico juego de agua que al sentido de la vista permite un relajamiento del personal que visite el parque. Para la pileta 1, se dispondrá de 12 boquillas fig. 4.3-3. cuatro para cada salida de propulsión, con esto ya utilizamos tres bombas de las cuatro para la pileta 1. Por el efecto giratorio de la boquilla, el piso terminado de la pileta se lo hace con el fin de evitar que este accesorio pueda causar daño a personas que sufran un accidente y se desplomen en la pileta. En su construcción predomina el acero inoxidable junto con salidas de latón.

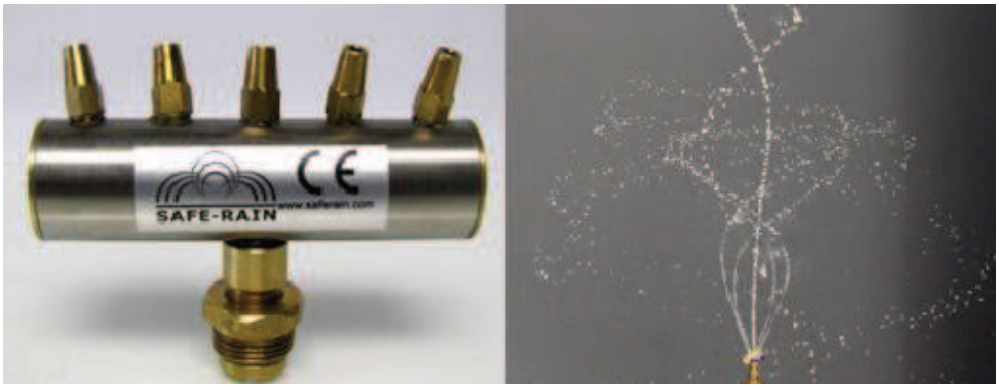


Figura 4.3-3.- Boquilla acero inox-latón safe-rain. (9)

La cuarta bomba de la pileta 1, brindara servicio a dos salidas de propulsión para boquillas tipo esfera de agua cuyo objetivo es generar una forma esférica de agua y un cilindro de gran volumen cuando el agua cae, son muy estéticas por su diseño y agradable a la vista. Cada boquilla genera en su salida un disco que se junta con los que tiene a su alrededor creando formas geométricas curiosas de observar como se observa en la fig. 4.3-4. Existe una serie completa en función de los tamaños, lo que hace que se adapte tanto a pequeñas fuentes de interior como

a grandes fuentes ornamentales de exterior. En su construcción predomina el acero inoxidable.

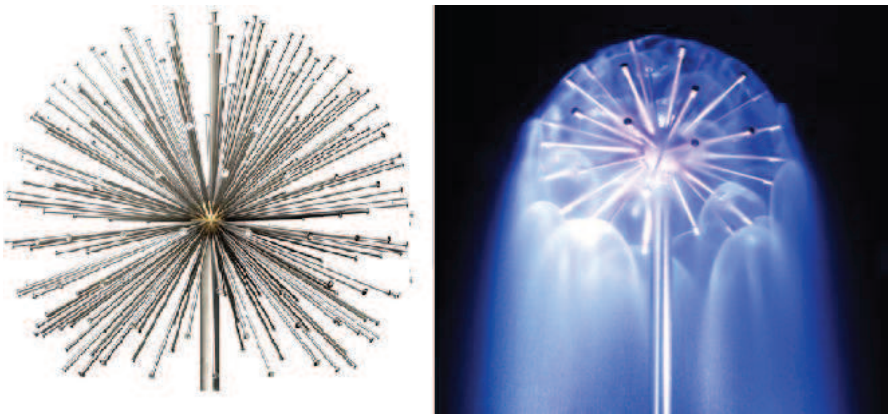


Figura 4.3-4.- Boquilla tipo esfera de agua de acero inoxidable. (9)

Para la pileta dos, se escoge la boquilla danzaría. Estas boquillas también conocidas como boquillas dinámicas, fig. 4.3-5, conseguimos imprimirle dinamismo al agua y obtener atractivos juegos acuáticos idóneos para ser utilizados tanto en fuentes internas o externas. Con este tipo de boquillas conseguimos darle "vida al agua" obteniendo un efecto especialmente atractivo por la noche, donde iluminadas consiguen llenar cualquier espacio arquitectónico.

Este tipo de boquillas han sido pensadas para completar proyectos de fuentes ornamentales donde destaquen los juegos acuáticos, decorando el interior o exterior, serenando el espacio urbano.

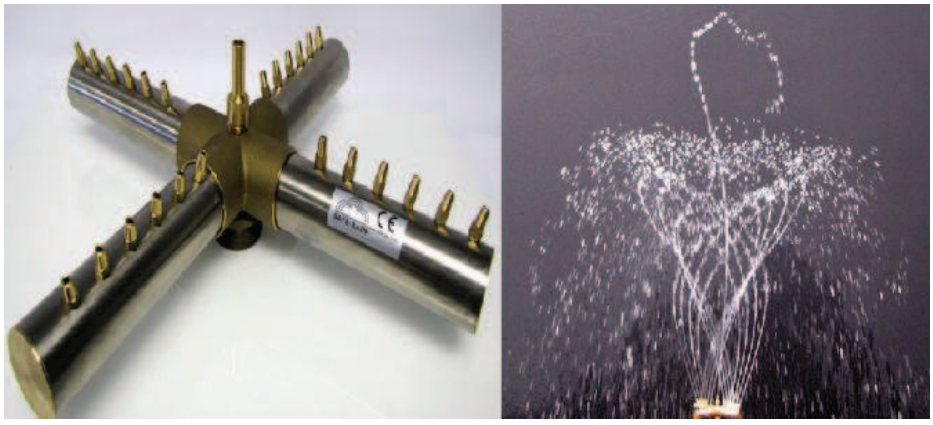


Figura 4.3-5.- Boquilla danzaría giratoria con derivaciones, acero inox-latón. (9)

4.3.2 ILUMINACIÓN DE PILETAS

Existen varios sistemas y tecnologías de iluminación para ambientes acuíferos, donde se debe tener presente lo siguiente:

- Grado de protección IP de la luminaria.
- Tecnología de la luminaria (LED, incandescentes, etc.)
- Parámetros eléctricos (Potencia, Voltaje, Frecuencia)
- Disponibilidad en el mercado.

Tanto en la iluminación de fuentes o piletas como en la iluminación convencional podemos diferenciar las lámparas con tecnología LED (Light Emitting Diode) y las lámparas de incandescencia, que a su vez pueden ser halógenas o no. Con las lámparas de LED aún no se puede alcanzar, en términos absolutos, los mismos valores de iluminación que con las lámparas de incandescencia. Aplicando todo lo anteriormente dicho a la iluminación de fuentes ornamentales o piletas se recomienda el uso de focos de LED sumergibles para iluminar chorros de agua de hasta 10 m de altura o grandes volúmenes de agua, frente a los focos sumergibles cuyo rendimiento es óptimo en chorros de agua de mayor altura.

Los focos de led sumergibles tienen un gran número de ventajas frente a la iluminación de incandescencia, de todas ellas destacaremos sólo las que influyen de una u otra manera en la iluminación de fuentes ornamentales:

- Los focos de LED sumergibles son sinónimo de eficacia ya que producen más luz por vatio que las lámparas incandescentes. Pueden reproducir una amplia gama de colores sin necesidad del uso de filtros adicionales.
- Los focos de LED sumergibles tienen una gran durabilidad ya que no influye en su vida útil el número de apagados y encendidos, acción muy frecuente en la iluminación de fuentes de agua.
- Podemos conseguir cualquier color mediante la mezcla RGB.

La mezcla de colores RGB se refiere a la mezcla de los colores primarios según la síntesis aditiva de color- rojo (red), verde (green) y azul (blue) para crear una gama, en teoría, infinita de colores. Al ser combinados se obtienen tres colores secundarios como se ve en la fig. 4.3-6

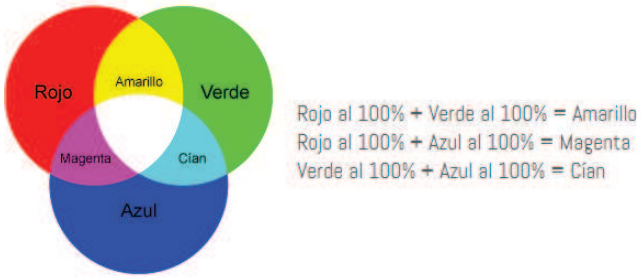


Figura 4.3-6.- Mezcla de colores RGB

4.3.3 GRADOS DE PROTECCIÓN SEGÚN IEC

Para seleccionar equipos, materiales, herramientas y cualquier accesorio en general, se debe conocer el ambiente donde serán ubicados o instalados, tomando en cuenta ambientes húmedos o hasta totalmente sumergidos en líquido, como es el caso de los elementos que aplican para piletas de agua.

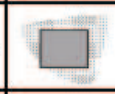
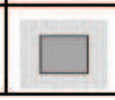
La norma IEC 529 no especifica un grado de protección contra el riesgo de explosión o efectos producidos por la humedad (por ejemplo condensación), vapores corrosivos, hongos o insectos.

Por esta razón, y debido a que las prueba y evaluaciones para otras características son totalmente diferentes, el sistema de clasificación de protecciones según IEC no puede ser exactamente comparada con los tipos de protección según NEMA.

En las tablas 4.3-1, 4.3-2, 4.3-3 que se muestra una referencia cruzada entre los tipos de protección según NEMA y el sistema de clasificación de protecciones según IEC.

Esta referencia cruzada es una aproximación basada en la información disponible sobre la performance de las pruebas y no está sancionada por NEMA, IEC, VDE o cualquier delegación afiliada como norma.

Para usar esta tabla, primero seleccione el tipo de protección según NEMA más apropiado, en la primera columna de la tabla, luego se obtiene a través de la fila y se obtiene el grado de protección IP correspondiente.

1° dígito	Grados de protección con respecto a cuerpos extraños y objetos sólidos	
0	Sin Protección	
1	Protección contra objetos sólidos con Ø 50 mm y superior	
2	Protección contra objetos sólidos con Ø 15.5 mm y superior	
3	Protección contra objetos sólidos con Ø 2.5 mm y superior	
4	Protección contra objetos sólidos con Ø 1.0 mm y superior	
5	Protección contra polvo a una presión de 200 mm de columna de agua	
6	Protección total contra polvo	

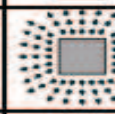
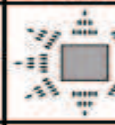
2° dígito	Grado de protección con respecto al ingreso perjudicial de agua	
0	Sin protección	
1	Protección contra caídas verticales de agua	
2	Protección contra caídas verticales de gotas de agua para una inclinación máxima de 15°	
3	Protección contra salpicaduras de agua de un ángulo hasta 60° en ambos lados	
4	Protección contra salpicaduras de agua en todas direcciones	
5	Protección contra chorros de agua a baja presión	
6	Protección contra agua que por momentos inunda el equipo por ejemplo mares embravecidos	
7	Protección contra inmersión	
8	Protección contra sumersión	

Tabla 4.3-1.-Primer díg. de protección IP, según la IEC 529 Tabla 4.3-2.-Segundo díg. protección IP(15)

Tipo de protección NEMA	Sistema de clasificación de protecciones según IEC 529							
	IP23	IP30	IP32	IP55	IP64	IP65	IP66	IP67
NEMA 1	□							
NEMA 2		□						
NEMA 3					□			
NEMA 3R			□					
NEMA 3S					□			
NEMA 4							□	
NEMA 4X							□	
NEMA 6								□
NEMA 12				□				
NEMA 13						□		

IEC 529 no tiene equivalencias [para los tipos de protección NEMA 7, 8, 9, 10 o 11.
□ Indica semejanza.

Tabla 4.3-3.-Referencia cruzada NEMA vs IEC 529 (15)

Esta explicación entre normas IEC y NEMA, no solamente sirve para equipos menores como luminarias, sino también para grandes equipos como generadores, transformadores o subestaciones hibridas encapsuladas.

Por ejemplo, si yo ocupo una luminaria en un ambiente donde existen elementos sólidos con un diámetro de hasta 2.5 mm, escojo el primer dígito como 3, según la tabla 4.3-1, y además está expuesto a caídas de agua en dirección vertical con un ángulo de 15 grados el cual corresponde al segundo dígito 2, según la tabla 4.3-2, entonces la luminaria sería de un grado de protección IP32 según la IEC 529, o su equivalente en NEMA sería una luminaria con protección NEMA 3R según la tabla 4.3-3. Cualquier ingeniero debe tener claro este concepto para realizar cualquier tipo de ingeniería.

4.3.4 LUMINARIAS LED PARA USO DE PILETAS DINÁMICAS

Para el juego de propulsión en la pileta 1, con sus tres primeros motores se utiliza la luminaria dicroica de LED a cada lado de la boquilla. Existe el modelo de plástico y de latón estampado. Alberga en su interior una lámpara LED de hasta 5 W de potencia, lo cual, y teniendo en cuenta los rendimientos de un LED, hace que se obtenga una iluminación similar a casi 50W de una lámpara halógena. Estos datos hacen que estos focos sean muy adecuados para iluminar efectos

secundarios en fuentes ornamentales y juegos de agua en piletas interiores y exteriores.

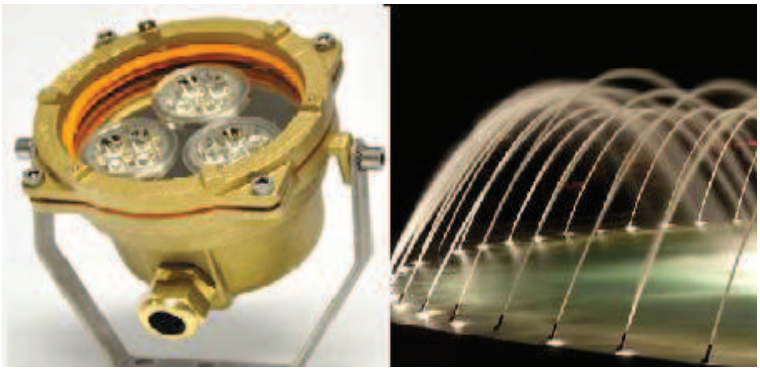


Figura 4.3-7.- Luminaria dicroica sumergible LED de latón, IP68

Para el flujo de agua propulsado por el cuarto motor en la pileta 1, se utiliza la luminaria Lake con tecnología LED sumergible de acero inoxidable IP68, expresamente diseñado para iluminación de fuentes ornamentales, estanques y jardines, alberga en su interior una lámpara LED de alto rendimiento tipo AR-111. Está fabricado mediante el proceso de estampación de acero inoxidable, con chapa de 1,5mm lo cual hace que sea muy ligero y resistente a procesos de corrosión.

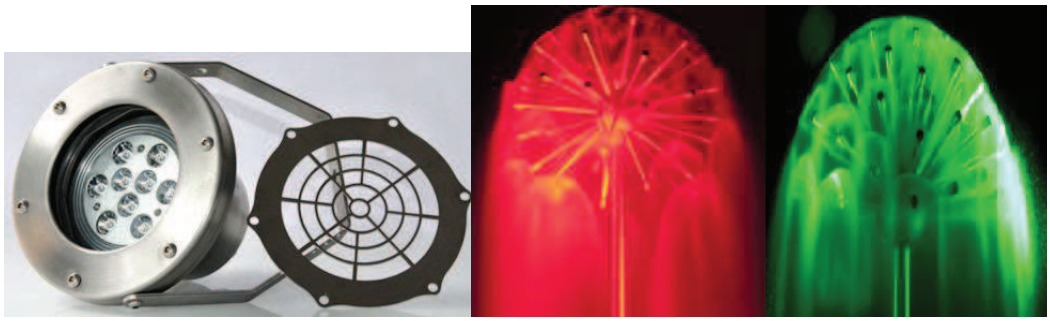


Figura 4.3-8.- Luminaria Lake, con tecnología LED, IP68

Para el flujo de agua propulsado por el motor de la pileta 2, se emplean luminarias tipo corona de LEDs sumergibles, la boquilla puede ocupar la parte central del chorro de agua o alrededor del juego de chorros lo que hace optimizar la cantidad de luz que le llega al agua.

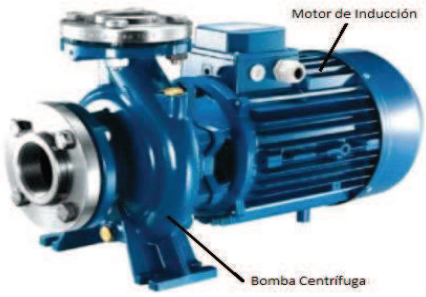
Figura 4.3-9.- Luminaria tipo corona de LEDs, IP68

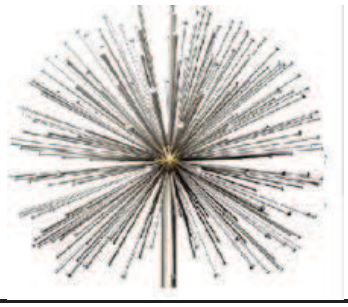
Para acoplar el sistema hidráulico completo, se necesita de ciertos accesorios de acople los cuales se mencionan en el análisis de costos.

4.4 PRESUPUESTO

4.4.1 PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE PROPULSION DE AGUA.

En las siguientes tablas se expone el presupuesto para el sistema de propulsión de agua.

ANALISIS DE COSTOS - SISTEMA DE PROPULSIÓN DE AGUA (año 2013)					
ITEM	EQUIPO / ACCESORIO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD (EA)	COSTO TOTAL
1		Moto-bomba compuesta por: Motor trifásico de inducción tipo jaula de ardilla, 5 HP, 208 V, 60 Hz. Bomba centrífuga monobloque de eje horizontal, 3 HP	8960	5	44800
2		Boquilla acero inox-latón safe-rain, 4" incoming, derivaciones 1/2" salidas	375	12	4500

ANALISIS DE COSTOS - SISTEMA DE PROPULSIÓN DE AGUA (año 2013)					
ITEM	EQUIPO / ACCESORIO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD (EA)	COSTO TOTAL
3		Boquilla tipo esfera de agua de acero inoxidable	1016	2	2032
4		Boquilla danzaría giratoria con derivaciones, acero inox-latón	1510	1	1510
5		Luminaria dicroica sumergible LED de latón, 110V, 60 hZ, IP68	620	24	14880
6		Luminaria Lake, con tecnología LED, 110V, 60Hz, IP68	740	2	1480
7		Luminaria tipo corona de LEDs, 110V, 60 Hz, IP68	904	1	904

ANALISIS DE COSTOS - SISTEMA DE PROPULSIÓN DE AGUA (año 2013)					
ITEM	EQUIPO / ACCESORIO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD (EA)	COSTO TOTAL
8		Filtro de agua plisado tipo cartucho	55	2	110
9		Flotador sumergible NEMa 4X, con cable de señal de 10m de longutud	470	1	470
10		Manómetro 0-350 PSI	140	5	700
11		Válvula de aguja con bastago cónico 1/2" x 1000 PSI	78	5	390
12		Neplo de acero inoxidable, 1 1/2", cedula standard	5,6	10	56
13		Válvula de bola, acero forjado de dos piezas 1 1/2" x 10000 PSI	78	5	390

ANALISIS DE COSTOS - SISTEMA DE PROPULSIÓN DE AGUA (año 2013)					
ITEM	EQUIPO / ACCESORIO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD (EA)	COSTO TOTAL
14		Unión conduit de 1 1/2" de diametro RMC (Rigid Metal Conduit), cedula 80	8	10	80
15		Brida de acero inoxidable 1 1/2" de diametro cedula 80	210	10	2100
16		Tuberia RMC 1 1/2"x 20 FT, roscada, acero inoxidable, cedula standard	52,5	8	420
17		Penetrox P8A, compuesto para juntas de óxido, Marca BURNDY P8A	18,35	5	91,75
18		Cinta de alta temperatura y hermeticidad, Teflon de resina PTFE	4,35	20	87
				TOTAL	75000,75

Tabla 4.4-1.-Precio de equipos y materiales

De las tablas expuestas el presupuesto que se debe manejar en materiales suma 75000 dólares.

En el presupuesto mencionado en este capítulo únicamente hace referencia al sistema de propulsión de agua en las piletas.

4.4.2 PROFORMAS PROPUESTAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO CORRESPONDIENTE AL SISTEMA DE PROPULSIÓN DE AGUA

Como se menciono en el capitulo anterior:

Se presenta la proforma a considerar para la ejecución del sistema de propulsión de agua, desde el punto de vista hidráulico, en estas se considera los siguientes ítems:

- Recurso de materiales
- Recursos técnicos
- Recursos humanos
- Transporte

Para realizar la ejecución del proyecto mencionado y efectuar los objetivos se requiere de una serie de recursos, estos son elementos que, administrados correctamente, le permitirán o le facilitarán alcanzar sus objetivos.

	PRESUPUESTO MANO DE OBRA Y DESGLOSE DE COSTOS					
	NUMERO DE ORDEN DE TRABAJO: **SISTEMA DE PROPULSIÓN, PILETAS DE ARCHIDONA**					
	Contratista: XXX		Cuenta #:	XXX		
	Contrato #: XXX		Fecha:	XXX		
ÍTEM	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANT.**	**TARIFA UNITARIA**	**TOTAL $**	**Tipo de Tarifa**
	Tarifas Unitarias de Construcción					
1	**SISTEMA DE PROPULSIÓN DE AGUA**					
1.1	**Instalación de tubería, manhold, spools mecánicos y obra civil**					
1.1.1	Instalación de grupos moto-bomba eléctrica, con su brida inicial incluido tie-in	un	5,00	$450,00	$2.250,00	TU
1.1.2	Montaje e instalación de ¨spools¨ prefabricados, Grado B, de acuerdo a normas ASME B31.3 o similar.	un	5,00	$293,93	$1.469,65	TU
1.1.3	Entaipado y revestimiento de tubería enterrada	m	20,00	$5,45	$109,00	TU
1.1.4	Construcción de piscina recolectora de agua, para recirculación y recolección del agua	m3	12,00	$389,83	$4.677,96	TU
1.1.7	Instalación de topes para tanque de recolección de agua	un	12,00	$33,20	$398,40	TU

	PRESUPUESTO MANO DE OBRA Y DESGLOSE DE COSTOS					
	NUMERO DE ORDEN DE TRABAJO:					
	SISTEMA DE PROPULSIÓN, PILETAS DE ARCHIDONA					
	Contratista: XXX		Cuenta #:	XXX		
	Contrato #: XXX		Fecha:	XXX		
ÍTEM	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANT.**	**TARIFA UNITARIA**	**TOTAL $**	**Tipo de Tarifa**
	Tarifas Unitarias de Construcción					
1	**SISTEMA DE PROPULSIÓN DE AGUA**					
1.1.8	Instalación de tubería roscada galvanizada de 1 1/2", 20 FT, con bridas y valvulas. Provisión de equipo, personal, herramientas y materiales consumibles requeridos para la transportación, corte a la longitud, roscado (mínimo 3 pulgadas por borde de tubería), ensamblaje e instalación de tubería galvanizada sobre soportes de tubería, anclajes y toda estructura requerida para alinear, montar y fijar ¨spools¨	un	15,00	$390,00	$5.850,00	TU
1.1.10	Cuadrilla tipo II, personal civil (Por día de servicio de acuerdo a reportes diarios, mímino 10 horas días (1 día) serán garantizados)	dias	20,00	$211,00	$4.220,00	TU
1.1.11	Cuadrilla tipo I , personal mecánico (Por día de servicio de acuerdo a reportes diarios, mímino 10 horas días (1 día) serán garantizados)	dias	10,00	$371,41	$3.714,10	TU
1.1.12	Una Excavadora Cat-320 o su equivalente , incluyendo Operador y Ayudante de Operador	hora	100,00	$86,27	$8.627,00	TU
1.1.13	Un camión Grúa con su respectivo Boom Hidráulico 5 Tons de capacidad, incluyendo chofer y Ayudante	dia	5,00	$320,00	$1.600,00	TU
1.1.18	Instrumentos y equipos	dia	10,00	$69,14	$691,40	TU
1.1.19	Camioneta doble cabina 4x4 incluyendo chofer	dia	30,00	$151,80	$4.554,00	TU
#	**TARIFAS DE CONSTRUCCIÓN**				**$38.161,51**	**TU**
	TIEMPO Y MATERIALES IMPREVISTOS				**$7.632,30**	**T&M**
	SERVICIOS DE TERCEROS				**$5.724,23**	**Serv.**
	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES				**$0,00**	**Mater.**
	OTROS				**$0,00**	**Otro**
	TOTAL				**$51.518,04**	
	Notas:					

Tabla 4.4-2.-Presupuesto de mano de obra y movilización

CAPÍTULO CINCO.- LA ACOMETIDA

Para el diseño y construcción de la acometida eléctrica de media tensión hasta la cámara de transformación del parque, se debe conocer la carga total instalada y el factor de demanda del sistema, con estos datos se procede a dimensionar la capacidad del transformador, capacidad de barras, tableros, calibre del cable de acometida en media tensión y la capacidad de los alimentadores hacia los diferentes motores y subtableros de distribución.

5.1 DISEÑO ELÉCTRICO DEL ÁREA DE COMIDAS, ARTESANÍAS, PARQUEADEROS Y OTROS.

5.1.1 LOCALES DE COMIDAS TÍPICAS:

Las guías de diseño para baja tensión de la EEASA nos indica el número mínimo de puntos de luz y de tomas de corriente que debe haber en cada habitación para una vivienda de electrificación media.

Así pues en una cocina instalaremos cuatro tomas de corriente, dos se conectan a cargas de tipo domesticas convencionales, otra al circuito especial para la cocina eléctrica y la otra para la refrigeradora.

Podemos observar en la figura el modelo de la instalación.

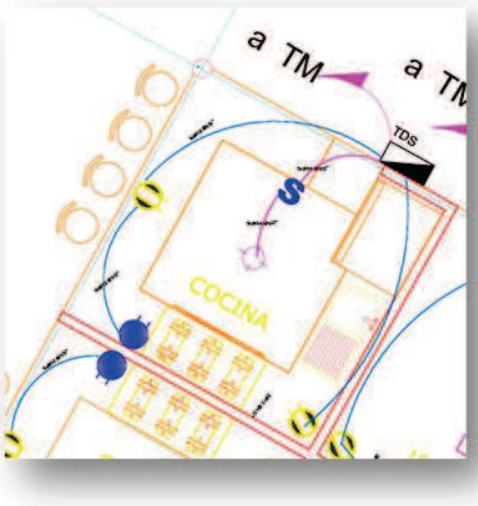


Figura 5.1-1.-Instalación eléctrica del local de comida.

Se instalara un punto de luz convencional, ya que aquí es de suma importancia el manteniendo de la lámpara, debido a la presencia de humo, grasa y polvo; para la iluminación del local se usara el convencional foco ahorrador.

El tomacorriente de color azul es la acometida de 220V para la cocina de inducción.

Se presenta como referencia la siguiente tabla de cargas para esta área:

AREA	DESCRIPCION	Potencia (W)	Voltaje (V)	Cantidad	Potencia Total (W)
COCINA	Cocina de induccion	2500	220	1	2500
	refrigueradora	200	120	1	200
	licuadora	350	120	1	350
	radio	100	120	1	100
	televisión	200	120	1	200
	dispensador de agua	100	120	1	100
	iluminacion	60	120	3	180
	cafetera	400	120	1	400
	microondas	640	120	1	640
	Número de locales		12	sub total	4670
				TOTAL	56040

Tabla 5.1-1.- Cargas estimadas para el local de comida.

Al final se muestra una carga aproximada, esto se realiza con el fin de tener claro cuanta carga será la total del sistema.

Cada local tendrá su TDS (tablero de distribución secundario), para poder derivarnos fácilmente hacia los diferentes puntos, además que las acometidas de estos tableros vendrán del tablero de medidores, el mismo que se encontrara junto al TPD.

5.1.2 LOCALES COMERCIALES:

En los locales comerciales instalaremos tres tomas de corriente, uno de ellos tendrá una salida especial de 220V para conectar el aire acondicionado, las otra dos serán de tipo convencional.

Se instalara dos puntos de luz con lámparas fluorescentes de 32W cada una.

Podemos observar en la figura el modelo de la instalación.

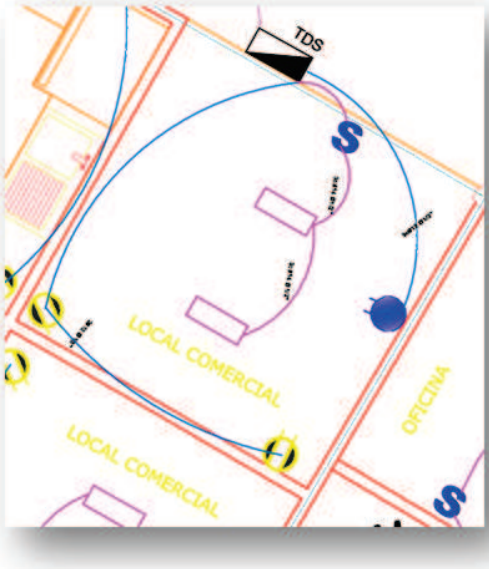


Figura 5.1-2.- Instalación eléctrica del local comercial.

Se presenta como referencia la siguiente tabla de cargas para esta área:

AREA	DESCRIPCION	Potencia (W)	Voltaje (V)	Cantidad	Potencia Total (W)
LOCALES COMERCIALES	equipo de sonido	150	120	1	150
	iluminacion	32	120	4	128
	computador	150	120	1	150
	aire acondicionado	1500	220	1	1500
	television	200	120	1	200
	mini nevera	220	120	1	220
	dispensador de agua	100	120	1	100
	Numero de locales		4	sub total	2448
				TOTAL	9792

Tabla 5.1-2.- Cargas estimadas para el local comercial

5.1.3 **OFICINA:**

En la oficina de administración se instalaran tres tomacorrientes, uno de ellos tendrá una salida especial de 220V para el aire acondicionado y las otras dos serán para las cargas convencionales.

Se instalara un punto de luz para usar un foco ahorrador.

Podemos observar en la figura el modelo de la instalación.

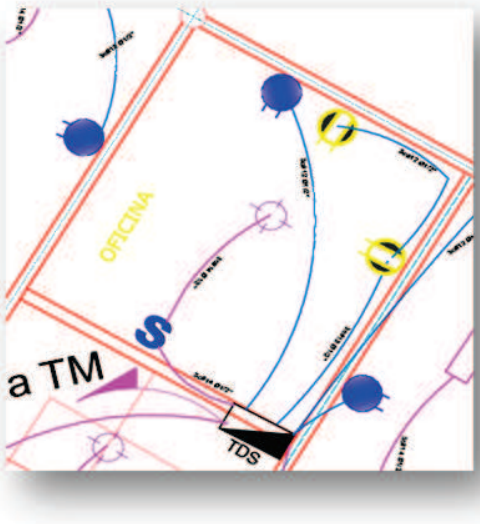


Figura 5.1-3.- Instalación eléctrica de la oficina.

Se presenta como referencia la siguiente tabla de cargas para esta área:

AREA	DESCRIPCION	Potencia (W)	Voltaje (V)	Cantidad	Potencia Total (W)
OFICINA	iluminacion	60	120	1	60
	computador	150	120	1	150
	aire acondicionado	1500	220	1	1500
	cafetera	400	120	1	400
	radio	100	120	1	100
				TOTAL	2210

Tabla 5.1-3.- Cargas estimadas para la oficina

5.1.4 SALÓN DE ACTOS:

En el salón dispuesto para cualquier tipo de reunión, charlas, conferencias, etc. Se dispone instalar tres tomacorrientes, uno de ellos será de 220V para el aire acondicionado; las otras dos serán del tipo convencional.

Se instalara cuatro puntos de luz con lámparas fluorescentes de 32W cada una.

Podemos observar en la figura el modelo de la instalación.

Figura 5.1-4.- Instalación eléctrica del salón de actos.

Se presenta como referencia la siguiente tabla de cargas para esta área:

AREA	DESCRIPCION	Potencia (W)	Voltaje (V)	Cantidad	Potencia Total (W)
SALON DE ACTOS	iluminacion	32	120	8	256
	Sistema de sonido	600	120	1	600
	aire acondicionado	1500	220	1	1500
	infocus	600	120	1	600
	computador	150	120	1	150
				TOTAL	3106

Tabla 5.1-4.- Cargas estimadas para el salón de actos

5.1.5 BATERIAS SANITARIAS:

En las dos baterías sanitarias se instalaran cuatro tomacorrientes de tipo convencional; además habrá cuatro puntos de iluminación con lámparas fluorescentes de 32W cada una y dos puntos de iluminación del tipo aplique de pared.

Podemos observar en la figura el modelo de la instalación.

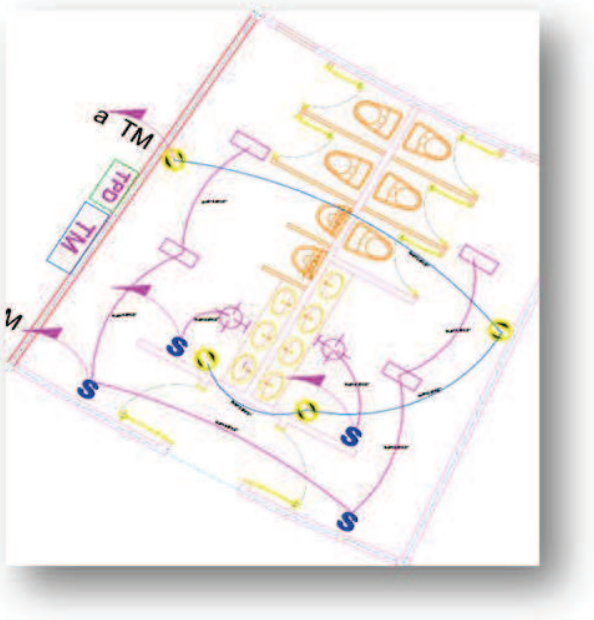


Figura 5.1-5.- Instalación eléctrica para el baño.

Se presenta como referencia la siguiente tabla de cargas para esta área:

AREA	DESCRIPCION	Potencia (W)	Voltaje (V)	Cantidad	Potencia Total (W)
BAÑO	secador de manos	600	120	2	1200
	iluminacion	32	120	10	320
		Numero de baños	2	subtotal	1520
				TOTAL	3040

Tabla 5.1-5.- Cargas estimadas para el baño

5.2 DISEÑO DE LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN Y SUS PROTECCIONES.

En el dimensionamiento del transformador tomamos en cuenta la carga total instalada, un sobredimensionamiento mediante un factor de crecimiento de la carga a futuro y la demanda máxima a satisfacer. Para conocer la carga máxima del sistema, nos enfocamos en los tres grupos de cargas eléctricas principales en este proyecto, y son:

- Centros Comerciales (Carga Comercial)
- Bombas de propulsión. (Carga Industrial).

- Iluminación (Carga Industrial)

Para cada grupo se suma los valores nominales de potencia de cada equipo que será instalado; dicha potencia es definido por los fabricantes de los equipos y sus valores se miden en HP, kW o kVA.

De esta suma se determina cuales cargas son coincidentes y cuáles no coincidentes, las mismas que podrían estar apagadas u operar con requerimientos de potencia reducida por varias veces, con esta definición clara se determina el factor de demanda del sistema.

Para dicho diseño se suma las cargas provistas y el resultado multiplicar por el factor de demanda que se determina mediante tablas para determinar la carga, o la demanda máxima, este resultado nos sirve para el dimensionamiento de todo el sistema eléctrico que abastecerá normalmente toda la carga del parque.

Asumimos un factor de potencia de 0,9 según las normas para sistemas de distribución de la E.E.A.S.A.

Aunque se debe considerar que las bombas tendrán un factor de potencia de 0,85.

5.2.1 **ESTUDIO DE CARGA**

A continuación se muestra una tabla con el estudio de carga realizado para el sistema, se han tomado los datos mostrados en las tablas anteriores.

El propósito es la determinación del valor de la demanda máxima unitaria correspondiente al consumidor comercial o industrial representativo de un grupo de consumidores comerciales o industriales.

ESTUDIO DE CARGA

NOMBRE DEL PROYECTO:	DISEÑO DE ILUMINACION DEL COMPLEJO TURISTICO 13 DE ABRIL
LOCALIZACION	ARCHIDONA
USUARIO TIPO	INDUSTRIAL
NUMERO DE USUARIOS	1

ITEM	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI	FFUn	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCION	CANT	Pn(W)	(w)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	Lámparas de iluminación perimetral	50	70	3500	100	3500	100	3500
2	Lámparas de iluminación interior	24	28	672	100	672	100	672
3	Reflectores para iluminación de monumentos	12	1,2	14,4	100	14,4	100	14,4
4	Reflectores para iluminación de piletas	27	5	135	100	135	100	135
5	Lámparas de iluminación cancha deportiva	6	75	450	100	450	100	450
6	Bombas de piletas, motor trifásico	6	3730	22380	100	22380	100	22380
7	Bobina de contactores eléctricos	5	75	375	100	375	75	281,25
8	Luz piloto	12	15	180	100	180	50	90
9	Sensor de nivel	1	27	27	100	27	100	27
10	Cocina de inducción	12	2500	30000	100	30000	80	24000
11	refrigeradora	12	200	2400	100	2400	100	2400
12	licuadora	12	350	4200	100	4200	20	840
13	radio	12	100	1200	100	1200	80	960
14	televisión	12	200	2400	100	2400	80	1920
15	dispensador de agua	12	100	1200	100	1200	100	1200
16	iluminación	36	60	2160	100	2160	100	2160
17	cafetera	12	400	4800	100	4800	20	960
18	microondas	12	640	7680	100	7680	20	1536
19	equipo de sonido	4	150	600	100	600	60	360
20	iluminación	16	40	640	100	640	100	640
21	computador	4	150	600	100	600	80	480
22	aire acondicionado	4	1500	6000	100	6000	100	6000
23	televisión	4	200	800	100	800	40	320
24	mini nevera	4	220	880	100	880	100	880
25	dispensador de agua	4	100	400	100	400	100	400
26	iluminación	4	40	160	100	160	100	160
27	computador	1	150	150	100	150	100	150
28	aire acondicionado	1	1500	1500	100	1500	100	1500
29	cafetera	1	400	400	100	400	100	400
30	radio	1	100	100	100	100	100	100
31	iluminacion	8	40	320	100	320	100	320
32	aire acondicionado	1	1500	1500	100	1500	100	1500
33	Sistema de sonido	1	600	600	100	600	100	600
34	infocus	1	600	600	100	600	100	600
35	computador	1	150	150	100	150	100	150
36	secador de manos	2	600	1200	100	1200	100	1200
37	iluminacion	10	40	400	100	400	100	400
	TOTALES		16656,2	**100773,4**		100773,4		**79685,65**

FACTOR DE DEMANDA $FDM = \frac{DMU}{CI} = \frac{79685,65}{100773,4} = 0,79$

FACTOR DE POTENCIA fp= 0,9

DMU (kVA) DMU(kVA)= 88,5

NUMERO DE USUARIOS N= 1

FACTOR DE DIVERSIDAD FD= 1

DEMANDA DE DISEÑO DD (kVA)= **88,5**

Tabla 5.2-1.-Estudio de carga

No se puede tomar muchas cargas como coincidentes las mismas que podrían estar apagadas u operar con requerimientos de potencia reducida por varias veces. Los factores de demanda y diversidad son aplicados a la carga total para obtener una carga distribuida y realista de acuerdo a los requerimientos de los equipamientos.

$$DD = \frac{DMU \times N}{FD}$$

Ecuación 5.2-1.- Demanda de Diseño. (8)

Donde:

- ***FFUn:*** factor de frecuencia de uso, determina la incidencia en porcentaje de la carga correspondiente al consumidor comercial o industrial.
- ***DMU:*** demanda máxima unitaria, definida como el valor máximo de potencia requerida de la red por el consumidor.
- ***CIR:*** carga instalada representativa.
- ***FSn:*** factor de simultaneidad.
- ***FDM:*** factor de demanda máxima.
- ***FD:*** factor de diversidad que es dependiente de N
- ***N:*** número de usuarios
- ***DD:*** demanda de diseño

EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO	REVISIÓN: 04
ISO 9001-2000	CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03	FECHA: 2009-03-31
APENDICE A-11-D	PARAMETROS DE DISEÑO	
HOJA 1 DE 1	FACTORES DE DIVERSIDAD PARA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS MÁXIMAS DIVERSIFICADAS DE USUARIOS COMERCIALES	

NUMERO DE USUARIO	FACTOR DE DIVERSIDAD	NUMERO DE USUARIO	FACTOR DE DIVERSIDAD
1	1,00	26	3,00
2	1,50	27	3,01
3	1,78	28	3,02
4	2,01	29	3,03
5	2,19	30	3,04
6	2,32	31	3,04
7	2,44	32	3,05
8	2,54	33	3,05
9	2,61	34	3,06
10	2,66	35	3,06
11	2,71	36	3,07
12	2,75	37	3,07

Tabla 5.2-2.- Factor de diversidad con relación al número de usuarios.

En la tabla se muestra que el factor de demanda es de 0,79, el mismo que está dentro del rango establecido para una carga de tipo industrial que es mayor de 0,6.

Por los datos obtenidos en la tabla del estudio de carga, podemos establecer que la Demanda de Diseño es la que determina la potencia requerida para el transformador, en este caso la DD. es de 88.5kVA.

La potencia del transformador a instalarse es de 100Kva.

5.2.1.1 **Factor de utilización**

Es indispensable conocer también el factor de utilización del sistema.

$$F_{Ut} = \frac{S_{max.carga}}{S_{Transformador}}$$

Ecuación 5.2-2.- Factor de Utilización. (8)

$$S_{max.carga} = \frac{P_{max.carga}}{fp}$$

Ecuación 5.2-3.- Potencia aparente máxima de la carga. (8)

$$S_{max.carga} = \frac{79,7\ Kw}{0,9} \qquad \text{de Ec. 5.2-3}$$

$$S_{max.carga} = 88,5KVA$$

$$F_{Ut} = \frac{88,5\ KVA}{100\ KVA} \qquad \text{de Ec. 5.2-2}$$

$$F_{Ut} = 0,885$$

$$F_{Ut} = 88,5\ \%$$

El valor del factor de utilización nos indica que el transformador esta correctamente dimensionado ya que el valor de este factor es menor que uno, si el factor de utilización es mayor a uno el transformador sufre problemas de calentamiento ya que está sub-dimensionado.

5.2.2 **DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

El transformador a instalar será del tipo trifásico pad mounted, apropiado para la instalación a la intemperie a 3000msnm, de 100 kVA de potencia, y con relación de transformación 13.2 kV – 220/127 V. Este se instalara en la cámara de transformación y junto a esta estará el MCC, usando la distancia y condiciones adecuadas. Este estará cerca de los tableros principales para disminuir la caída de tensión.

En el lado de alto voltaje se ingresara con un cable tipo METAL CLAD (3C #2 AWG + GND) para 15kV, este conductor irá directamente enterrado desde el poste del cual nos derivaremos con el medio voltaje, para llegar al lado primario del transformador.

Mientras que en el lado de bajo voltaje se colocara un cable tipo METAL CLAD (2x4C # 2/0 AWG + GND) para 600V, este llegará directamente al tablero principal, es decir el MCC, de aquí se realizara las derivaciones respectivas hacia los diferentes tableros (como se muestra en el diagrama unifilar).

5.2.3 DISEÑO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA.

Para diseñar la malla de puesta a tierra es necesario tener presente la corriente máxima ($I_{cc\ max}$) de falla a tierra. Se debe tener presente los cambios a futuro que obligan a sobredimensionar la capacidad de este electrodo para proveer esta disposición por lo que se considera un factor por decremento (F_D).

Las conexiones entre conductores de la malla de puesta a tierra se realizan con suelda exotérmica #90 para cumplir con la norma de la NEC 250.64 (C) que explica acerca de la Continuidad del conductor: “El conductor del electrodo de tierra será instalado con una longitud continua, sin empalmes ni uniones, a menos que este empalme sea realizado con el método de conectores a compresión del tipo permanente o por el **método exotérmico”**.[3]

[3] National)-Septum Revision 2004.

Figura 5.2-1.-Suelda exotérmica # 90 en proceso.

Figura 5.2-2.-Unión conductor-varilla.

Una malla típica de grandes puestas a tierra generalmente cubren toda el área sea de la subestación o casa de máquinas, sin embargo en puestas a tierra para cámaras de transformación son de menor tamaño y menor costo, hasta se puede considerar varillas en cuadro solido o hueco, sin embargo para garantizar un potencial cero se realiza el diseño de una malla de puesta a tierra completa que sirva como electrodo de referencia para los servicios eléctricos del parque.

T(duración de la falla)	x"/R
0.30	1.08
0.33	*x*
0.50	1.03

Figura 5.2-3.- Factores de decremento según el tiempo de falla. (11)

$$I_{CC} = 0.8 \times \frac{E_f}{R_m}$$

Ecuación 5.2-4.- Corriente de cortocircuito. (11)

$$I_{CC} = 0.8 \times \frac{\frac{18200\ V}{\sqrt{3}}}{1\ \Omega}$$ de Ec. 5.2-4

$$I_{CC} = 0.8 \times \frac{7630\ V}{1\ \Omega}$$

$$I_{CC} = 6104{,}05A$$

Entonces se considera una corriente $I_{CC\,max} = 6104{,}05$ A, como máxima corriente que circulara hacia tierra en las peores condiciones de cortocircuito, pero tomando en cuenta que esta malla será utilizada también para dar servicio a el sistema de protección primaria se considera una $I_{Subt.} = 7000\ A$, este parámetro se utiliza para el diseño, ya que el transformador trifásico que alimenta el sistema es de 100 kVA.

Donde:

$I_{cc\,max}$ → Corriente máxima de corto circuito.

F_D → Factor por decremento ($^{X''}/_{R}$).

$I_{Subt.}$ → Corriente máxima a circular a tierra (7 kA).

E_f → Tensión de fase.

R_m →Resistencia de malla.

Datos:

$\boldsymbol{I_{Subt.}}$=7000 A

ρ= 27 Ω-m.

Profundidad de la red= 2 m

Tiempo de duración de la falla = 20 ciclos.

Frecuencia= 60 Hz

Ancho de la Malla (An) = Largo de la Malla (L) =4 m

5.2.3.1 **Diseño operacional:**

En esta parte se procede a realizar todos los cálculos necesarios para obtener un electrodo de tierra que sirva de mejor forma al sistema del parque y su equipo interior y exterior.

5.2.3.1.1 Diseño Operacional Geométrico:

$$Area = Lx\ An$$

Ecuación 5.2-5.- Diseño operacional geométrico. (11)

$$Area = 4x4\ m^2 \qquad \text{de Ec. 5.2-5}$$

$$Area = 16\ m^2$$

Corriente de Cortocircuito.

I_{cc}=6104,05 A

Corriente mayor a circular a tierra.

I_{cc}=7000 A

Calculo de número de conductores.

La separación de conductores se realizara a 2 m de longitud de lado y lado entonces se tiene: Ancho=Largo:

$$\frac{Ancho}{Separacion\ Cond.} + 1 = \#\ Cond.$$

Ecuación 5.2-6.- Cálculo de número de conductores. (11)

$$\frac{4\,m}{2\,m} + 1 = 3$$

$$\therefore\ 6\ conductores\ de\ 4\ metros\ cada\ uno.$$

5.2.3.1.2 Radio Equivalente de la superficie del terreno.

$$r = \sqrt{\frac{Area}{\pi}}$$

$$r = \sqrt{\frac{16\,m^2}{\pi}}$$

$$r = 2{,}256\,m$$

- *Longitud Total de Conductor a utilizarse.*

$$L_T = 5 \times 4m + 5 \times 4\,m$$

$$L_T = 40\,m$$

5.2.3.1.3 Corriente de Diseño:

$$I_D = I_{Subt.} \times F_c \times D_c$$

Ecuación 5.2-7.- Corriente de diseño. (11)

Donde:

I_D→ Corriente de Diseño.

F_c→Factor de Corrección.

D_C→Factor de Decremento.

$F_c = 1{,}5$ (Se asume para encontrar la corriente de diseño en las peores condiciones).

$$Tiempo\ que\ dura\ la\ falla = \frac{\#\ Ciclos\ de\ Falla}{Frecuencia}$$

Ecuación 5.2-8.- Tiempo de duración de la falla. (11)

$$Tiempo\ que\ dura\ la\ falla = \frac{20\ ciclos}{60\ ciclos/segundos}$$ de Ec. 5.2-8

$$Tiempo\ que\ dura\ la\ falla = 0{,}33\ s$$

Extrapolando para obtener el valor exacto del factor de decremento que va a estar en el rango de 1.08 y 1.03 según la Tabla.

Encontrando el valor de x:

$$\frac{0.30-0.33}{0.33-0.50} = \frac{1.08-x}{x-1.03}$$

Ecuación 5.2-9.- Factor de decremento

$$\frac{-0.03}{-0.17} = \frac{1.08-x}{x-1.03}$$

$$-0.03(x - 1.03) = -1.07\ (1.08 - x)$$

$$-0.03x - 0.0309 = -0.1836 - 0.17x$$

$$-0.2x = -0.2145$$

$$x = \frac{0.2145}{0.2}$$

$$x = 1.07$$

$$\therefore\ F_D = 1.07 \quad (Factor\ de\ Decremento).$$

$$I_D = I_{Subt.} \times F_C \times F_D$$

$$I_D = 7000 \times 1.5 \times 1.07$$

$$I_D = 11235\ A$$

5.2.3.1.4 Resistencia de la Malla ($\boldsymbol{R_m}$).

$$R_m = \frac{\rho}{4.r} + \frac{\rho}{L_T}$$

Ecuación 5.2-10.- Resistencia de la malla. (11)

$$R_m = \frac{27\ (\frac{\Omega \times m^2}{m})}{4 \times 2.256\ m} + \frac{27\ (\frac{\Omega \times m^2}{m})}{40\ m}$$

$$R_m = 3.667\ \Omega$$

5.2.3.1.5 Sección del cable o pletina de cobre para la malla de tierra.

Para construir la malla se escoge conductor de cobre cableado desnudo. El conductor de cobre se le adjudica una capacidad de transmitir una densidad de corriente del orden de 150 A/mm2; por lo cual la sección mínima necesaria se calcula como:

$$S_{(mm^2)} = \frac{I_D}{150\ \frac{A}{mm^2}}$$

Ecuación 5.2-11.- Sección del cable. (11)

$$S_{(mm^2)} = \frac{11235\ A}{150\ \frac{A}{mm^2}}$$

$$S_{(mm^2)} = 74\ mm^2$$

AWG	SEC. TRANSV. mm^2
4/0	107
3/0	85
2/0	67,4
1/0	53,5
2	42,4

Tabla 5.2-3.- Calibres de conductores en mm^2.

Con el calibre de conductor calculado es necesario utilizar conductor de cobre para tierra ground bard 19 hilos 2/0 AWG para tejer la malla de puesta a tierra en una longitud total de 24 m.

5.2.3.1.6 Varillas Copperweld

La sección circular y el material de la varilla aseguran que la misma tendrá una buena duración frente a la acción corrosiva del terreno sobre ella, así como un valor de puesta a tierra por varilla de 4 Ohm, este valor para varillas copperweld de 1.8 m. En la práctica vamos a implementar 5 varillas.

La malla se ubica a una profundidad de 2m. Esta malla abarca parte del área ocupada por la casa de maquinas en donde se ubica los nuevos generadores.

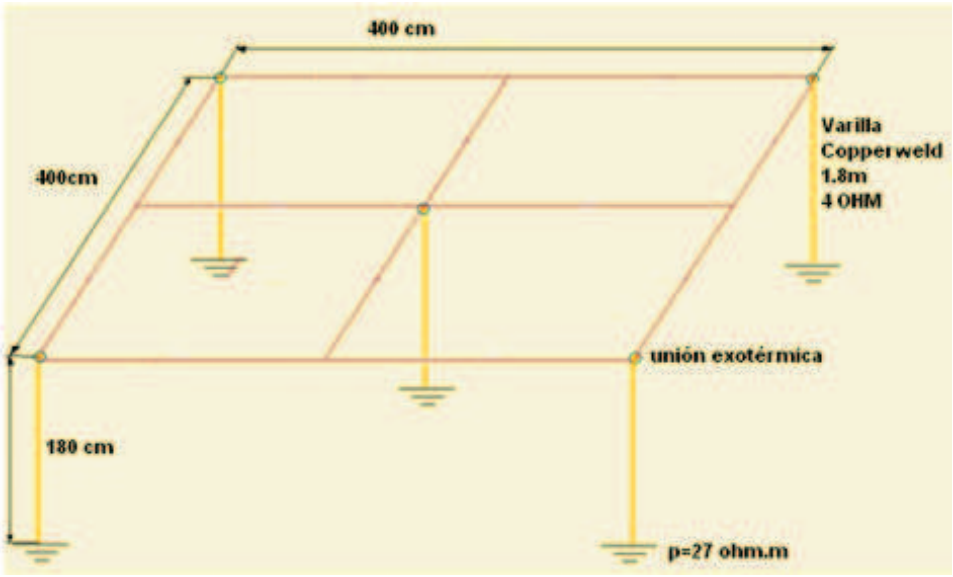


Figura 5.2-4.- Electrodo de Puesta a Tierra.

5.3 PANELES DE CARGA.

5.3.1 ESTUDIO DE BALANCE DE CARGA

Balancear las cargas en un sistema eléctrico trifásico significa distribuir esta uniformemente entre las tres fases, con esto obtener similar modulo de corriente en las tres fases y tener una corriente en el neutro que tienda a cero, evitando esta circulación en el neutro evitamos la pérdida de energía por la ley de Joule.

$$En_{Lose} = i^2 * R$$

Ecuación 5.3-1.- Pérdidas de energía. (10)

5.3.1.1 **Análisis de balance de carga.**

En el sistema eléctrico del parque se encuentran cargas monofásicas en su mayoría que se alimentan de los TDS trifásicos o bifásicos, lo cual ocasiona un aumento de las pérdidas técnicas del sistema. Las elevadas corrientes en el neutro, ocasionadas por el desbalance de las cargas. Pueden generar disparos indeseados de las protecciones así como una limitación adicional en la capacidad de conducción de los conductores eléctricos dada por el límite térmico del

conductor de neutro. El desbalance es implícito del tipo de cargas, especialmente debido a la existencia de cargas monofásicas o bifásicas conectadas a la red y su conexión o desconexión que es aleatoria en el tiempo, esta aleatoriedad significa que en la práctica es imposible lograr un balance total del sistema. No obstante, es posible disminuir el grado de desbalance del sistema.

El balance de fases permite disminuir las pérdidas técnicas en el sistema a un costo relativamente bajo dado por los cambios físicos que se deben realizar en el sistema.

El diseño de los TDS ayuda en parte a balancear la carga ya que las fases en orden están físicamente distribuidas en forma alternada. El problema que se genera es al momento de conectar las cargas especiales, como son las cocinas de inducción y el aire acondicionado; ya que estas cargas son bifásicas.

En este análisis se realiza primero una tabla, la misma que nos ayuda a distribuir las cargas de forma balanceada, esto con la ayuda del cálculo de corriente que pasa por cada una de las fases, ya sea el sistema trifásico, bifásico o monofásico.

ESTUDIO DE BALANCE DE CARGAS										
DETALLE	DESCRIPCION	NUMERO	POTENCIA (W)	VOLTAJE (V)	f.p.	CORRIENTE			CONEXION	RUTA
						fase a	fase b	fase c		
BOMBAS	Bomba 1	1	3730	208	0,85	12,18	12,18	12,18	fase abc	salidas derectas de los arrancadores que se encuentran en el MCC
	Bomba 2	1	3730	208	0,85	12,18	12,18	12,18	fase abc	
	Bomba 3	1	3730	208	0,85	12,18	12,18	12,18	fase abc	
	Bomba 4	1	3730	208	0,85	12,18	12,18	12,18	fase abc	
	Bomba 5	1	3730	208	0,85	12,18	12,18	12,18	fase abc	
	Bomba 6	1	3730	208	0,85	12,18	12,18	12,18	fase abc	
ILUMINACION EXTERIOR	Lámparas para ilum. perimetral	25	70	220	0,9	8,84	8,84		fase ab	salidas del ligthing panel, aquí se encuentra el sistema de encendido mediante fotoceldas
	Lámparas para ilum. perimetral	25	70	220	0,9		8,84	8,84	fase bc	
	Lámparas de iluminación interior	24	28	220	0,95	3,22		3,22	fase ac	
	Reflectores monumentos	12	1,2	110	0,9	0,15				
	Reflectores para piletas	27	5	110	0,9	1,36				
	Lámparas para cancha deportiva	6	75	220	0,9	2,27		2,27		
COCINA	cocina de induccion	4	2500	220	0,85	53,48	53,48		fase ab	salidas del TPD, hacia los tableros que se encuentran en cada local, TDS.
	carga total	4	4550	110	0,95	174,16				
	cocina de induccion	4	2500	220	0,85	53,48		53,48	fase ac	
	carga total	4	4550	110	0,95			174,16		
	cocina de induccion	4	2500	220	0,85		53,48	53,48	fase bc	
	carga total	4	4550	110	0,95		174,16			
LOCALES COMERCIALES	aire acondicionado	2	1500	220	0,9	15,15	15,15		fase ab	
	carga total	2	860	110	0,95	16,46				
	aire acondicionado	2	1500	220	0,9		15,15	15,15	fase bc	
	carga total	2	860	110	0,95		16,46			
OFICINA	aire acondicionado	1	1500	220	0,9	7,58		7,58	fase ac	
	carga total	1	619	110	0,95			5,92		
SALON DE ACTOS	aire acondicionado	1	1500	220	0,9	7,58		7,58	fase ab	
	carga total	1	1390	110	0,95			13,30		
BAÑOS	carga total	1	640	110	0,95			6,12	fase ab	
					TOTAL	343,71	345,55	351,09		

Tabla 5.3-1.- Balance de carga estimada para el diseño.

Como se puede observar en la tabla, obtenemos las siguientes corrientes por fase:

$$\bar{I_A} = 343{,}7 \angle 0°$$

$$\bar{I_B} = 345{,}6 \angle -120°$$

$$\bar{I_C} = 351.1 \angle 120°$$

Por lo tanto, sumamos las corrientes de fase para poder determinar la corriente que circula por el neutro:

$$\bar{I_N} = \bar{I_A} + \bar{I_B} + \bar{I_C}$$

Ecuación 5.3-2.- Corriente por el neutro.

$$\bar{I_N} = 343{,}7\ \angle 0° + 345{,}6\ \angle -120° + 351.1\ \angle 120°$$

$$\bar{I_N} = 6.65\ \angle 134{,}31°$$

Al realizar el balance de fases, podemos observar claramente que la corriente que circula por el neutro es mínima; esto se debe a que las corrientes de fase están balanceadas, es decir que la carga se encuentra distribuida de manera uniforme, mediante los tableros.

Con el resultado arrojado en la tabla, se procede a calcular la corriente que circularía por el neutro, esta es teóricamente pequeña y no generara problemas de pérdidas de energía.

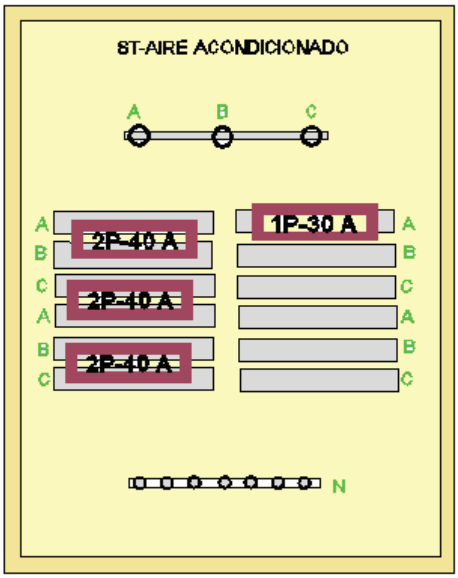


Figura 5.3-1.- Carga no balanceada

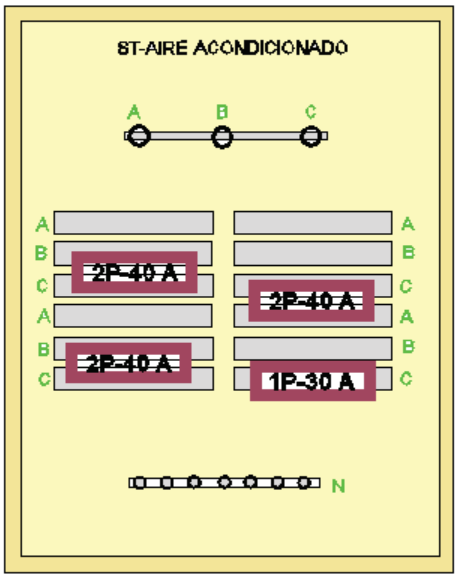


Figura 5.3-2.- Cargas balanceadas

La metodología implementada permite reducir el nivel de pérdidas técnicas en sistemas de interno del parque y como se mencionó el costo de implementar esta operación es relativamente bajo, por lo cual implementar programas de balance de fases en los diferentes tipos de instalaciones eléctricas sería una alternativa viable no solo para la reducción de las pérdidas técnicas sino también para aumentar la calidad, seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico tanto internamente como aguas arriba.

5.3.2 CALCULO DE LAS CAÍDAS DE VOLTAJE EN CADA UNO DE LOS CIRCUITOS.

El cálculo de caída de tensión es realizado en una hoja de cálculo de Excel, la misma que está programada mediante datos del fabricante de los diferentes tipos de conductores.

En esta tabla se debe ingresar diferentes parámetros y datos característicos del sistema que se vaya a analizar.

Entre estos datos, como los más importantes tememos los siguientes:

DATOS IMPORTANTES

DETALLE	DESCRIPCION
Voltaje [kV]	voltaje nominal
Potencia	potencia (HP, kW, W)
PH.	numero de fases
P.F. [%]	factor de potencia
EFF. [%]	eficiencia
LENGTH [ft]	distancia en pies
Amb. Temp. [ºC]	temperatura ambiente
Work Temp. [ºC]	temperatura de trabajo
Factor Demanda [%]	Factor de demanda
SIZE	calibre del conductor
Number	numero de conductores por fase
Conduc. Material	material del conductor (Cu, Al, etc)
Norma	norma de fabricación
CABLE TIPO	tipo de cable
NUMERO DE CONDUCTOR	numero de conductores

Tabla 5.3-2- Datos necesarios para realizar el cable Schedule (16)

Esta hoja de cálculo nos ayuda a variar ciertos parámetros para mejorar la calidad del sistema que se esté diseñando. Es necesario e importante ingresar los datos más característicos y reales del sistema, ya que de esta forma la hoja de cálculo

emitirá valores muy cercanos a la realidad y se podrán realizar las correcciones respectivas.

Una vez que se termina el ingreso de los datos, la hoja de cálculo actualiza los parámetros y se despliegan dos hojas que contienen diferente información pero que está relacionada la una con la otra.

Estas hojas se denominan:

- Cable Schedule report
- Cable sizing report

A continuación se ingresan los datos y parámetros de los diferentes circuitos, que forman el sistema eléctrico del parque, para poder percibir los datos de la caída de voltaje, en cada uno de los tramos de conductor que se instalara.

El ingreso de los datos se lo ha realizado por partes, a su vez se ha considerado los tramos de mayor importancia, y a su vez los que se considera, pueden provocar una mayor caída de voltaje.

Se realiza un ejemplo de cálculo, con el fin de confirmar las respuestas de la hoja de cálculo:

La caída de voltaje esta expresada según la siguiente fórmula:

$$DVPP_{nom} = \frac{\sqrt{3} * K * (R_{ac} * fp + X_L \sin(\cos^{-1}(fp))) * L * I_{nom}}{1000 * \#\ de\ Conductores}$$

Ecuación 5.3-3.- Caída de voltaje. (16)

$$DVPP\%_{nom} = \frac{DVPP_{nom}}{V * 1000}$$

Ecuación 5.3-4.- Caída de voltaje en porcentaje. (16)

Donde:

- K : constante, circuito trifásico K=1, circuito bifásico y monofásico K=2.
- R_{ac}: Resistencia del conductor.
- X_L : Reactancia Inductiva del conductor.
- fp : Factor de potencia
- L : longitud
- I : Corriente nominal
- V : Voltaje

- Ejemplo de cálculo para obtener la caída de voltaje en la acometida del lado secundario del transformador:

$$DVPP_{nom} = \frac{\sqrt{3} * 1 * (0{,}104845 * 0{,}9 + 0{,}054 \sin(\cos^{-1}(0{,}9))) * 15 * 262{,}43}{1000 * 2}$$

$$DVPP_{nom} = \frac{\sqrt{3} * 1 * 0{,}117899 * 15 * 262{,}43}{1000 * 2}$$

$$DVPP_{nom} = 0{,}4019[V]$$

Por lo tanto, la caída porcentual de voltaje es:

$$DVPP\%_{nom} = \frac{0{,}4019[V]}{0{,}22 * 1000[V]} * 100\%$$

$$DVPP\%_{nom} = 0{,}1826\%$$

- Cálculo para obtener la caída de voltaje desde el panel de Iluminación hasta el poste 5 del sistema de iluminación exterior:

$$DVPP_{nom} = \frac{1 * 2 * (0{,}817791 * 0{,}9 + 0{,}065 \sin(\cos^{-1}(0{,}9))) * 65 * 6{,}01}{1000 * 1}$$

$$DVPP_{nom} = \frac{1 * 2 * 0{,}764345 * 65 * 6{,}01}{1000 * 1}$$

$$DVPP_{nom} = 0{,}597183[V]$$

Por lo tanto, la caída porcentual de voltaje es:

$$DVPP\%_{nom} = \frac{0{,}597183[V]}{0{,}22 * 1000[V]} * 100\%$$

$$DVPP\%_{nom} = 0{,}2714\%$$

Y entre los resultados tenemos las dos páginas antes mencionadas:

5.3.2.1 **Cable schedule report y cable sizing report**

En la siguiente tabla encuentran los datos técnicos del tipo de cable que se usara para cada uno de los alimentadores. Se define los accesorios necesarios para poder instalar los cables en los tableros, como por ejemplo los TMC.

Esta tabla muestra también cuantas corridas de cable se instalara para cada circuito.

CABLE SCHEDULE								
DESCRIPTION						LOAD DATA		
ITEM	CABLE TAG	LENGHT (ft)	SERVICE	FROM	TO	VOLTAGE (kV)	POWER	UNITS
SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO, 220V, 60 Hz								
1	COMETIDA-ARCH-13,2	30,4	HIGH VOLTAGE	RED ELECTRICA	PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR	13,2	100,00	kVA
2	TRAFO-ARCH-220V	15	LOW VOLTAGE	SECONDARIO DEL TRANSFORMADOR	MCC-ARCH 1, CENTRO CONTROL DE MOTORES	0,22	100,00	kVA
SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO, 220V, 60 Hz								
1	BOMBA1-ARCH	55	LOW VOLTAGE MOTOR	MCC-ARCH 1, CENTRO CONTROL DE MOTORES	MOTOR 3F, 5 HP, 60 Hz, BOMBA 1	0,208	5,00	HP
2	ILUM1-ARCH	15	LOW VOLTAGE MOTOR	MCC-ARCH 1, CENTRO CONTROL DE MOTORES	PANEL DE ILUMINACIÓN 1, 220 V	0,22	5,00	kW
3	TPD1-ARCH	20	LOW VOLTAGE MOTOR	MCC-ARCH 1, CENTRO CONTROL DE MOTORES	B-PRIN-220V, TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION 22	0,22	80,00	kW
SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR								
1	CIR1-ILUM-EXTERIOR	80	LOW VOLTAGE	PANEL DE ILUMINACION 1, 220V	POSTE 9	0,22	1,75	kW
2	CIR1-ILUM-EXTERIOR	65	LOW VOLTAGE	PANEL DE ILUMINACION 1, 220V	POSTE 5	0,22	1,19	kW
3	CIR1-ILUM-EXTERIOR	38,1	LOW VOLTAGE	PANEL DE ILUMINACION 1, 220V	POSTE 3	0,22	0,63	kW
TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION								
1	TDS-CIR1	17	LOW VOLTAGE	AB-PRIN-220V, TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCI	SUB-TAB-LC-01	0,22	2,50	kW
2	TDS-CIR1	17	LOW VOLTAGE	AB-PRIN-220V, TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCI	SUB-TAB-COC-01	0,22	4,70	kW
TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCION								
1	AIR-ACON-LC-01	5	LOW VOLTAGE	SUB-TAB-LC-01	TOMA CORRIENTE 220V	0,22	1,50	kW
2	COC-ELEC-CC-01	5	LOW VOLTAGE	SUB-TAB-CC-01	TOMA CORRIENTE 220V	0,22	2,50	kW
3	TOMA CORRIENTE	5	LOW VOLTAGE	SUB-TAB-LC-01	TOMA CORRIENTE 110V	0,11	1,00	kW
1	ILUMINACION	5	LOW VOLTAGE	SUB-TAB-LC-01	ILUMINACION 110v	0,11	0,16	kW

CABLE SCHEDULE										
DESCRIPTION			CABLE/ CONDUCTOR DETAIL					ROUTE	TERMINATIONS	
ITEM	CABLE TAG	LENGHT (ft)	Number	No. Conductors	Size (AWG)		TYPE		MCC	EQUIPMENT
SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO, 220V, 60 Hz										
1	COMETIDA-ARCH-13,2	30,4	1	3	2	+ GND	MC	TRAY, BURIED	TMC7247	TMCX7247
2	TRAFO-ARCH-220V	15	2	4	2/0	+ GND	MC	TRAY, BURIED	TMC6206	TMCX6206
SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO, 220V, 60 Hz										
1	BOMBA1-ARCH	55	1	4	6	+ GND	MC	TRAY, BURIED	TMC3112	TMCX3112
2	ILUM1-ARCH	15	1	4	6	+ GND	MC	TRAY, BURIED	TMC3112	TMCX3112
3	TPD1-ARCH	20	2	4	1/0	+ GND	MC	TRAY, BURIED	TMC5161	TMCX5161
SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR										
1	CIR1-ILUM-EXTERIOR	80	1	4	8	+ GND	MC	TRAY, BURIED	TMC3112	TMCX3112
2	CIR1-ILUM-EXTERIOR	65	1	4	8	+ GND	MC	TRAY, BURIED	TMC3112	TMCX3112
3	CIR1-ILUM-EXTERIOR	38,1	1	4	8	+ GND	MC	TRAY, BURIED	TMC3112	TMCX3112
TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION										
1	TDS-CIR1	17	1	3	10	+ GND	THHN	TRAY, BURIED		
2	TDS-CIR1	17	1	3	10	+ GND	THHN	TRAY, BURIED		
TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCION										
1	AIR-ACON-LC-01	5	1	2	12	+ GND	THHN	TRAY, BURIED		
2	COC-ELEC-CC-01	5	1	2	12	+ GND	THHN	TRAY, BURIED		
3	TOMA CORRIENTE	5	1	2	12	+ GND	THHN	TRAY, BURIED		
1	ILUMINACION	5	1	2	14	+ GND	THHN	TRAY, BURIED		

Tabla 5.3-3.-Cable Schedule del sistema.

CABLE SIZING																		
ITEM	TAG CABLE	VOLTAGE [kV]	LOAD DATA															
			POWER	UNITS	HP	kW	kVA	P.F. [%]	EFF. [%]	PH.	LENGTH [ft]	Amb. Temp. [ºC]	Work Temp. [ºC]	I nom. [A]	Design Factor	I nom. Diseño [A]	DVPP nom. [V]	DVPP nom. [%]
SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO, 220V, 60 Hz																		
1	COMETIDA-ARCH-13,2I	13,2	100,00	kVA		76,50	100,00	90%	85%	3	30,4	40	90	4,37	1,00	4,37	0,05	0,00%
2	TRAFO-ARCH-220V	0,22	100,00	kVA		81,00	100,00	90%	90%	3	15	40	90	262,43	1,00	262,43	0,40	0,18%
SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO, 220V, 60 Hz																		
1	BOMBA1-ARCH	0,208	5,00	HP	5,00	3,85	4,52	85%	97%	3	55	40	90	12,56	1,25	15,70	0,56	0,27%
2	ILUM1-ARCH	0,22	5,00	kW	6,70	5,00	5,26	95%	100%	3	15	40	90	13,81	1,25	17,27	0,18	0,08%
3	TPD1-ARCH	0,22	80,00	kW	107,24	80,00	84,21	95%	100%	3	20	40	90	221,00	1,25	276,24	0,52	0,24%
SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR																		
1	CIR1-ILUM-EXTERIOR	0,22	1,75	kW	2,35	1,75	1,94	90%	100%	2	80	40	90	8,84	1,00	8,84	1,08	0,49%
2	CIR1-ILUM-EXTERIOR	0,22	1,19	kW	1,60	1,19	1,32	90%	100%	2	65	40	90	6,01	1,00	6,01	0,60	0,27%
3	CIR1-ILUM-EXTERIOR	0,22	0,63	kW	0,84	0,63	0,70	90%	100%	2	38,1	40	90	3,18	1,00	3,18	0,19	0,08%
TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION																		
1	TDS-CIR1	0,22	2,50	kW	3,35	2,50	3,47	90%	80%	2	17	40	90	15,78	1,00	15,78	0,62	0,28%
2	TDS-CIR1	0,22	4,70	kW	6,30	4,70	6,53	90%	80%	2	17	40	90	29,67	1,00	29,67	1,16	0,53%
TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCION																		
1	AIR-ACON-LC-01	0,22	1,50	kW	2,01	1,50	1,67	90%	100%	2	5	40	90	7,58	1,00	7,58	0,14	0,07%
2	COC-ELEC-CC-01	0,22	2,50	kW	3,35	2,50	2,94	85%	100%	2	5	40	90	13,37	1,00	13,37	0,24	0,11%
3	TOMA CORRIENTE	0,11	1,00	kW	1,34	1,00	1,11	90%	100%	1	5	40	90	10,10	1,00	10,10	0,19	0,18%
1	ILUMINACION	0,11	0,16	kW	0,21	0,16	0,18	90%	100%	1	5	40	90	1,62	1,00	1,62	0,05	0,04%

CABLE SIZING																
ITEM	TAG CABLE	VOLTAGE [kV]	LOAD DATA						CONDUCTOR						
			start factor	start P.F.	Factor Demanda [%]	Demand [kW]	Demand [kVA]	Demand [A]	SIZE	Number	I nom [A]	Derating Factor	I Tot [A]	Cond. Material	Insul. Voltage [V]
SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO, 220V, 60 Hz															
1	COMETIDA-ARCH-13,2I	13,2	4,00	100%	100%	76,50	100,00	4,37	2	1	185	1	185	Cu	ST
2	TRAFO-ARCH-220V	0,22	4,00	100%	100%	81,00	100,00	262,43	2/0	2	195	1	390	Cu	ST
SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO, 220V, 60 Hz															
1	BOMBA1-ARCH	0,208	4,00	20%	100%	3,85	4,52	12,56	6	1	75	1	75	Cu	ST
2	ILUM1-ARCH	0,22	4,00	20%	100%	5,00	5,26	13,81	6	1	75	1	75	Cu	ST
3	TPD1-ARCH	0,22	4,00	20%	79%	63,20	66,53	174,59	1/0	2	170	1	340	Cu	ST
SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR															
1	CIR1-ILUM-EXTERIOR	0,22	1,00	100%	100%	1,75	1,94	8,84	8	1	55	1	55	Cu	ST
2	CIR1-ILUM-EXTERIOR	0,22	1,00	100%	100%	1,19	1,32	6,01	8	1	55	1	55	Cu	ST
3	CIR1-ILUM-EXTERIOR	0,22	1,00	100%	100%	0,63	0,70	3,18	8	1	55	1	55	Cu	ST
TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION															
1	TDS-CIR1	0,22	1,00	100%	75%	1,88	2,60	11,84	10	1	30	1	30	Cu	PVC
2	TDS-CIR1	0,22	1,00	100%	75%	3,53	4,90	22,25	10	1	30	1	30	Cu	PVC
TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCION															
1	AIR-ACON-LC-01	0,22	1,00	100%	100%	1,50	1,67	7,58	12	1	20	1	20	Cu	PVC
2	COC-ELEC-CC-01	0,22	1,00	100%	100%	2,50	2,94	13,37	12	1	20	1	20	Cu	PVC
3	TOMA CORRIENTE	0,11	1,00	100%	100%	1,00	1,11	10,10	12	1	20	1	20	Cu	PVC
1	ILUMINACION	0,11	1,00	100%	100%	0,16	0,18	1,62	14	1	15	1	15	Cu	PVC

Tabla 5.3-4.-Cable sizing report

5.3.3 MODELO DE DISTRIBUCIÓN EN LOS TABLEROS

Para dimensionar las protecciones de cada alimentador, se usara una hoja de cálculo en Excel, se usara los parámetros de diseño que ya se han ido definiendo anteriormente.

En estas tablas se puede ir balanceando las cargas de forma un poco más real y a su vez se obtienen los datos de las protecciones para cada circuito, ya sea este trifásico, bifásico o monofásico.

A continuación se describe la instalación en cada uno de los tableros.

5.3.3.1 Panel de distribución del MCC

En el panel del MCC, se tendrán las salidas de las bombas hacia el arrancador, cada bomba cuenta con un arrancador suave y una protección trifásica para cada uno de ellos.

Otro circuito es el que va al tablero de iluminación perimetral y al TPD, también se calcula la dimensión de la protección trifásica para cada uno de estos.

PANEL: MCC-ARCH 1, CENTRO CONTRO

VOLTAGE 220

22 kA Sym

CABLE TAG	DESCRIPTION	LOAD (W)	CABLE Nº	CIRCUIT Nº	BREAKER	POSITION	Nº PHASES	V	FP	FD	L. A	L. B	L. C	CURRENT PHASE A	CURRENT PHASE B	CURRENT PHASE C
BOMBA1-ARCH	Bomba 1 para el sistema de propulsion de las piletas	4850,00	6	1	19,8	1	3	208	0,85	1,00	15,84			**31,68**		
		4850,00	6	3	19,8	3	3	208	0,85	1,00		15,84			**31,68**	
		4850,00	6	5	19,8	5	3	208	0,85	1,00			15,84			**31,68**
BOMBA3-ARCH	Bomba 3 para el sistema de propulsion de las piletas	4850,00	6	7	19,8	7	3	208	0,85	1,00	15,84			**31,68**		
		4850,00	6	9	19,8	9	3	208	0,85	1,00		15,84			**31,68**	
		4850,00	6	11	19,8	11	3	208	0,85	1,00			15,84			**31,68**
BOMBA5-ARCH	Bomba 5 para el sistema de propulsion de las piletas	4850,00	6	13	19,8	13	3	208	0,85	1,00	15,84			**31,68**		
		4850,00	6	15	19,8	15	3	208	0,85	1,00		15,84			**31,68**	
		4850,00	6	17	19,8	17	3	208	0,85	1,00			15,84			**31,68**
ILUM1-ARCH	Alimentador principal hacia el tablero de iluminacion perimetral	5000,00	8	19	19,3	19	3	220	0,85	1,00	15,44			**248,71**		
		5000,00	8	21	19,3	17	3	220	0,85	1,00		15,44			**248,71**	
		5000,00	8	23	19,3	23	3	220	0,85	1,00			15,44			**248,71**
	SPARE			25	0	25								**0,00**		
				27	0	27						0,00			**0,00**	
				29	0	29							0,00			**0,00**
	SPARE			31	0	31					0,00			**0,00**		
				33	0	33						0,00			**0,00**	
				35	0	35							0,00			**0,00**
	SPARE			37	0	37					0,00			**0,00**		
				39	0	39						0,00			**0,00**	
				41	0	41							0,00			**0,00**
		58650												**343,7**	**343,7**	**343,7**

MAIN BREA. **430**

TOTAL LOAD	342300
WATTS RATING X1.25	427875

ARCH 1, CENTRO CONTROL DE MOTORES

VOLTAGE 220 (3 PH - 208/120V)

	CURRENT PHASE A	CURRENT PHASE B	CURRENT PHASE C	R. A	R. B	R. C	FD	FP	V	Nº PHASES	SPACE	BREAKER	CIRCUIT Nº	CABLE Nº	LOAD (W)	DESC.	CABLE TAG
	31,68			15,84			1,00	0,85	208	3	2	19,8	2	6	4850,00		
		31,68			15,84		1,00	0,85	208	3	4	19,8	4	6	4850,00	Bomba 2 para el sistema de propulsion de las piletas	BOMBA2-ARCH
4			31,68			15,84	1,00	0,85	208	3	6	19,8	6	6	4850,00		
	31,68			15,84			1,00	0,85	208	3	8	19,8	8	6	4850,00		
		31,68			15,84		1,00	0,85	208	3	10	19,8	10	6	4850,00	Bomba 4 para el sistema de propulsion de las piletas	BOMBA4-ARCH
4			31,68			15,84	1,00	0,85	208	3	10	19,8	10	6	4850,00		
	31,68			15,84			1,00	0,85	208	3	14	19,8	14	6	4850,00		
		31,68			15,84		1,00	0,85	208	3	16	19,8	16	6	4850,00	Bomba 6 para el sistema de agua del complejo	BOMBA6-ARCH
4			31,68			15,84	1,00	0,85	208	3	18	19,8	18	6	4850,00		
	248,71			233,27			1,00	0,9	220	3	20	291,6	20	2x1/0	80000,00		
		248,71			233,27		1,00	0,9	220	3	22	291,6	22	2x1/0	80000,00	Tablero principal de distribucion, para la zona comercial.	TPD1-ARCH
4			248,71			233,27	1,00	0,9	220	3	24	291,6	24	2x1/0	80000,00		
	0,00										26	0	16				
		0,00			0,00						28	0	18			SPARE	
0			0,00			0,00					30	0	30				
	0,00			0,00							32	0	32				
		0,00			0,00						34	0	34			SPARE	
0			0,00			0,00					36	0	36				
	0,00			0,00							38	0	38				
		0,00			0,00						40	0	40			SPARE	
0			0,00			0,00					42	0	42				
	343,7	343,7	343,7												283650		
				125													

342300
427875

Tabla 5.3-5.-Distribución del panel del MCC

5.3.3.2 **Tablero de Iluminación Perimetral.**

En la siguiente tabla se muestra el esquema interno que tendrá el tablero de iluminación perimetral, este estará ubicado en la cámara de transformación.

														PANEL: PANEL DE ILUMINACIÓ			
														VOLTAGE			**220**
						22 kA Sym											
											L.			**CURRENT PHASE**			
CABLE TAG	DESCRIPTION	LOAD (W)	CABLE Nº	CIRCUIT Nº	BREAKER	POSITION	Nº PHASES	V	FP	FD	A	B	C	**A**	**B**	**C**	
CIR1-ILUM-EXTERIOR	Circuito numero uno de la iluminacion perimetral; en bifásico.	1750	8	1	11,05	1	2	220	0,9	1,00	8,84			**17,68**			
		1750	8	3	11,05	3	2	220	0,9	1,00		8,84			**17,68**		
		1750	8	5	11,05	5	2	220	0,9	1,00			8,84			**17,68**	
CIR3-ILUM-EXTERIOR	Circuito numero tres de la iluminacion perimetral; en bifásico, comprende la zona de iluninacion interior, parte izquierda con la cancha deportiva.	900	8	7	11,05	7	2	220	0,9	1,00	8,84			**17,68**			
		900	8	9	11,05	9	2	220	0,9	1,00		8,84			**17,68**		
		900	8	11	11,05	11	2	220	0,9	1,00			8,84			**17,68**	
CIR5-ILUM-EXTERIOR	Circuito numero cinco, comprende otro alimentador para la parte de la cancha y el monumento.	500	8	13	11,05	13	2	220	0,9	1,00	8,84			**17,68**			
		500	8	15	11,05	19	2	220	0,9	1,00		8,84			**17,68**		
		500	8	17	11,05	21	2	220	0,9	1,00			8,84			**17,68**	
											0,00			**0,00**			
												0,00			**0,00**		
													0,00			**0,00**	
											0,00			**0,00**			
												0,00			**0,00**		
													0,00			**0,00**	
											0,00			**0,00**			
												0,00			**0,00**		
													0,00			**0,00**	
											0,00			**0,00**			
												0,00			**0,00**		
													0,00			**0,00**	
		9450												**53,0**	**53,0**	**53,0**	
		MAIN BREA.					**66**										
											TOTAL LOAD			18900			
											WATTS RATING X1.25			23625			

PANEL DE ILUMINACIÓN 1, 220 V

VOLTAGE 220 (3 PH - 220/110V)

CURRENT PHASE			R.												
A	B	C	A	B	C	FD	FP	V	Nº PHASES	SPACE	BREAKER	CIRCUIT Nº	CABLE Nº	LOAD (W)	DESC.	CABLE TAG
17,68			8,84			1,00	0,9	220	2	2	11,05	2	8	1750	Circuito numero dos de la iluminacion perimetral; en bifásico.	CIR2-ILUM-EXTERIOR
	17,68			8,84		1,00	0,9	220	2	4	11,05	4	8	1750		
		17,68			8,84	1,00	0,9	220	2	6	11,05	6	8	1750		
17,68			8,84			1,00	0,9	220	2	8	11,05	8	8	900	Circuito numero cuatro, parte derecha de la iluminacion interior, con la pileta.	CIR4-ILUM-EXTERIOR
	17,68			8,84		1,00	0,9	220	2	10	11,05	10	8	900		
		17,68			8,84	1,00	0,9	220	2	12	11,05	12	8	900		
17,68			8,84			1,00	0,9	220	2	14	11,05	14	8	500	Circuito numero seis, iluminacion interior.	CIR6-ILUM-EXTERIOR
	17,68			8,84		1,00	0,9	220	2	20	11,05	20	8	500		
		17,68			8,84	1,00	0,9	220	2	24	11,05	24	8	500		
0,00			0,00													
	0,00			0,00												
		0,00			0,00											
0,00			0,00													
	0,00			0,00												
		0,00			0,00											
0,00			0,00													
	0,00			0,00												
		0,00			0,00											
0,00			0,00													
	0,00			0,00												
		0,00			0,00											
53,0	53,0	53,0												9450		
			225													
18900																
23625																

Tabla 5.3-6.- Distribución del panel de Iluminación Perimetral

5.3.3.3 **Tablero principal de distribución.**

En la siguiente tabla se muestra el esquema interno que tendrá el tablero principal de distribución, este será instalado junto al tablero de medidores, en la zona del área de comidas.

La disposición adoptada es para tratar de balancear las cargas y lograr disminuir las pérdidas que se generan debido a la circulación de corriente por el neutro.

PANEL: TAB-PRIN-220V, TABLERO PRINCIPAL

VOLTAGE 220

22 kA Sym

CABLE TAG	DESCRIPTION	LOAD (W)	CABLE Nº	CIRCUIT Nº	BREAKER	POSITION	Nº PHASES	V	FP	FD	L. A	L. B	L. C	CURRENT PHASE A	CURRENT PHASE B	CURRENT PHASE C
TDS-CC-01	Acometida para el TDS de la cocina 01	7050	10	1	35,61	1	2	220	0,9	0,80	28,48			56,97		
		7050	10	3	35,61	3	2	220	0,9	0,80		28,48			56,97	
TDS-CC-02	Acometida para el TDS de la cocina 02	7050	10	5	35,61	5	2	220	0,9	0,80			28,48			56,97
		7050	10	7	35,61	7	2	220	0,9	0,80	28,48			56,97		
TDS-CC-03	Acometida para el TDS de la cocina 03	7050	10	9	35,61	9	2	220	0,9	0,80		28,48			56,97	
		7050	10	11	35,61	11	2	220	0,9	0,80			28,48			56,97
TDS-CC-04	Acometida para el TDS de la cocina 04	7050	10	13	35,61	13	2	220	0,9	0,80	28,48			56,97		
		7050	10	15	35,61	19	2	220	0,9	0,80		28,48			56,97	
TDS-CC-05	Acometida para el TDS de la cocina 05	7050	10	17	35,61	21	2	220	0,9	0,80			28,48			56,97
		7050	10	19	35,61	23	2	220	0,9	0,80	28,48			56,97		
TDS-CC-06	Acometida para el TDS de la cocina 06	7050	10	21	35,61	25	2	220	0,9	0,80		28,48			56,97	
		7050	10	23	35,61	27	2	220	0,9	0,80			28,48			56,97
TDS-LC-01	Acometida para el TDS de local comercial 01	2500	10	25	35,61	29	2	220	0,9	0,80	28,48			56,97		
		2500	10	27	35,61	31	2	220	0,9	0,80		28,48			56,97	
TDS-LC-02	Acometida para el TDS de local comercial 02	2500	10	29	35,61	33	2	220	0,9	0,80			28,48			56,97
		2500	10	31	35,61	35	2	220	0,9	0,80	28,48			56,97		
TDS-OFC-01	Acometida para el TDS de la oficina 01	2120	10	33	35,61	37	2	220	0,9	0,80		28,48			28,48	
		2120	10	35	35,61	39	2	220	0,9	0,80			28,48			28,48
TDS-SER.GEN-01	Acometida para el TDS de los servicios generales.	4000	10	37	35,61	41	2	220	0,9	0,80	28,48			28,48		
		4000	10	39	35,61	43	2	220	0,9	0,80		28,48			28,48	
																0,00
		106840												370,3	341,8	313,3

MAIN BREA. **463**

TOTAL LOAD	201440
WATTS RATING X1.25	201440

TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION 220V

VOLTAGE 220 (3 PH - 220/110V)

CURRENT PHASE A	CURRENT PHASE B	CURRENT PHASE C	R. A	R. B	R. C	FD	FP	V	Nº PHASES	SPACE	BREAKER	CIRCUIT Nº	CABLE Nº	LOAD (W)	DESC.	CABLE TAG
56,97			28,48			0,80	0,9	220	2	2	35,61	2	10	7050		
	56,97			28,48		0,80	0,9	220	2	4	35,61	4	10	7050	Acometida para el TDS de la cocina 07	TDS-CC-07
		56,97			28,48	0,80	0,9	220	2	6	35,61	6	10	7050	Acometida para el TDS de la cocina 08	TDS-CC-08
56,97			28,48			0,80	0,9	220	2	8	35,61	8	10	7050		
	56,97			28,48		0,80	0,9	220	2	10	35,61	10	10	7050	Acometida para el TDS de la cocina 09	TDS-CC-09
		56,97			28,48	0,80	0,9	220	2	12	35,61	12	10	7050		
56,97			28,48			0,80	0,9	220	2	14	35,61	14	10	7050		
	56,97			28,48		0,80	0,9	220	2	20	35,61	20	10	7050	Acometida para el TDS de la cocina 10	TDS-CC-10
		56,97			28,48	0,80	0,9	220	2	24	35,61	24	10	7050	Acometida para el TDS de la cocina 11	TDS-CC-11
56,97			28,48			0,80	0,9	220	2	26	35,61	26	10	7050		
	56,97			28,48		0,80	0,9	220	2	28	35,61	28	10	7050	Acometida para el TDS de la cocina 12	TDS-CC-12
		56,97			28,48	0,80	0,9	220	2	30	35,61	30	10	7050		
56,97			28,48			0,80	0,9	220	2	32	35,61	32	10	2500	Acometida para el TDS de local comercial 03	TDS-LC-03
	56,97			28,48		0,80	0,9	220	2	34	35,61	34	10	2500		
		56,97			28,48	0,80	0,9	220	2	36	35,61	36	10	2500	Acometida para el TDS de local comercial 04	TDS-LC-04
56,97			28,48			0,80	0,9	220	2	38	35,61	38	10	2500		
	28,48										0					
		28,48			0,00											
28,48			0,00													
	28,48			0,00												
		0,00			0,00											
370,3	**341,8**	**313,3**												94600		
			225													

201440
201440

Tabla 5.3-7.- Configuración del Tablero Principal de Distribución

5.3.3.4 **Tablero de distribución secundario.**

Este es un tablero bifásico, las fases se las considera de acuerdo al tablero anterior. Aquí se observa la distribución de los circuitos interiores de las diferentes áreas comerciales del complejo; como son la zona de comidas típicas, locales comerciales, baños públicos, etc.

													PANEL: TDS-C	
													VOLTAGE :	
						22 kA Sym					L.		**CURRENT PHASE**	
CABLE TAG	DESCRIPTION	LOAD (W)	CABLE N°	CIRCUIT N°	BREAKER	POSITION	N° PHASES	V	FP	FD	A	B	**A**	**B**
COC-IND-01	acometida para el toma corriente bifasico que sirve para alimentar a la cocina electrica.	2500	12	1	16,71	1	2	220	0,85	1,00	13,37		**13,37**	
		2500	12	3	16,71	3	2	220	0,85	1,00		13,37		**13,37**
REFG-01	toma corriente para la refrigueradora	1500	12	5	16,71	5	1	120	0,85	1,00	13,37		**13,37**	
TOMA COR-01	toma corriente normal, 110V. Uso general.	600	12	7	6,25	7	1	120	0,9	0,90		5,00		**5,00**
TOMA COR-02	toma corriente normal, 110V. Uso general.	600	12	9	6,25	9	1	120	0,9	0,90	5,00		**5,00**	
TOMA COR-03	toma corriente normal, 110V. Uso general.	600	12	11	6,25	11	1	120	0,9	0,90		5,00		**5,00**
				13	0	13					0,00		**0,00**	
				15	0	15						0,00		**0,00**
		8300											**31,7**	**23,4**
		MAIN BREA.					**40**							
											TOTAL LOAD		8300	
											WATTS RATING X1.25		10150	

Tabla 5.3-8.- Configuración del Tablero de Distribución Secundario

5.4 PRESUPUESTO.

El presupuesto determina la calidad y cantidad de recursos necesarios. Entre otros factores, analiza el costo del proyecto en términos de dinero. Con frecuencia, los interesados en la ejecución de proyectos suponen que cuentan con los recursos necesarios y que el costo es tan bajo que no es necesario realizar el análisis.

5.4.1 PRESUPUESTO DE LA ACOMETIDA ELECTRICA E INSTALACIONES INTERIORES

5.4.1.1 Presupuesto de materiales y equipos para la acometida.

En las siguientes tablas se expone el presupuesto estimado para la acometida e instalaciones interiores. Cabe mencionar que este puede variar según el mercado y la demanda de los productos, los costos de cada producto son referenciales.

ANALISIS DE COSTOS - LA ACOMETIDA (año 2013)					
ITEM	EQUIPO / ACCESORIO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD (EA)	COSTO TOTAL
1		Transformador tipo pad mounted, 100 kVA, 13,2kV/220V	11500	1	11500
2		Arancador suave, para las bombas de propulsion	252	6	1512
3		breaker tripolar, diferente capacidad	75	8	600

ANALISIS DE COSTOS - LA ACOMETIDA (año 2013)					
ITEM	EQUIPO / ACCESORIO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD (EA)	COSTO TOTAL
5		Cable MC, para enterrar directamente, diferentes caracteristicas.	800	27	21600
6		Terminales de cobre, para las puntas del cable	2,5	30	75
7		Cable para tierra dediferente calibre, 2-2/0 AWG	3,5	1000	3500
8		Tablero de distribucion principal	1860	1	1860
9		Tablero de distribucion secundaria	35	19	665

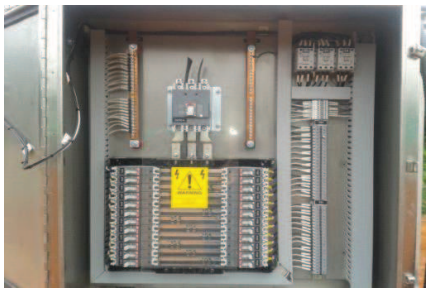
ANALISIS DE COSTOS - LA ACOMETIDA (año 2013)					
ITEM	EQUIPO / ACCESORIO	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO ($)	CANTIDAD (EA)	COSTO TOTAL
10		MCC	3800	1	3800
11		Tablero de iluminacion, con control incluido.	1800	1	1800
13		Varios elementos			10000
				TOTAL	58368

Tabla 5.4-1.- Precio de equipos y materiales para la acometida

De las tablas expuestas el presupuesto que se debe manejar en materiales suma 58368 dólares.

5.4.1.2 Proformas propuestas para la ejecución del proyecto correspondiente a la acometida eléctrica

Se presenta la proforma a considerar para la ejecución de las instalaciones, en estas se considera los siguientes ítems:

- Recurso de materiales

- Recursos técnicos
- Recursos humanos
- Transporte

	PRESUPUESTO MANO DE OBRA Y DESGLOSE DE COSTOS					
	NUMERO DE ORDEN DE TRABAJO: **LA ACOMETIDA, COMPLEJO TURISTICO EN ARCHIDONA**					
	Contratista: XXX		Cuenta #:	XXX		
	Contrato #: XXX		Fecha:	XXX		
ÍTEM	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANT.**	**TARIFA UNITARIA**	**TOTAL $**	**Tipo de Tarifa**
	Tarifas Unitarias de Construcción					
1	**SISTEMA DE ACOMETIDA E INSTALACIONES INTERIORES**					
1.1	**Instalacion de acometidas principales.**					
1.1.1	Instalacion de Transformador, 100kVA, puntas terminales, pruebas, puesta en marcha.	un	1,00	$2.500,00	$2.500,00	TU
1.1.2	Instalacion de MCC	un	1,00	$1.500,00	$1.500,00	TU
1.1.2	Instalacion de tableros principales, distribucion e iluminacion	un	2,00	$600,00	$1.200,00	TU
1.1.3	Instalacion de tableros de distribucion secundarios	un	29,00	$65,00	$1.885,00	TU
1.1.5	Instalacion de cable, para acometidas principales	m	200,00	$45,00	$9.000,00	TU
1.2	**Instalacion de puesta a tierra**					
1.2.1	Suelda cadweld	un	16,00	$25,00	$400,00	TU
1.2.2	Aterrizaje de estructuras metalicas	un	120,00	$15,00	$1.800,00	TU
1.2.3	Pruebas de resistencia	un	1,00	$350,00	$350,00	TU
1.2.4	Instalacion de la malla de tierra	m2	16,00	$90,00	$1.440,00	TU
1.3	**Instalacion de interiores**					
1.3.1	Puntos de toma corriente especiales, 220V	un	20,00	$35,00	$700,00	TU
1.3.2	Puntos de toma corriente, 110V	un	60,00	$18,00	$1.080,00	TU
1.3.3	Instalacion de lamparas Fluorecentes	un	24,00	$35,00	$840,00	TU
1.3.4	Instalacion de puntos de luz convencionales	un	18,00	$18,00	$324,00	TU
	MISELANEOS	UN			$2.000,00	TU
#	**TARIFAS DE CONSTRUCCIÓN**				**$25.019,00**	**TU**
	TIEMPO Y MATERIALES IMPREVISTOS				**$3.752,85**	**T&M**
	SERVICIOS DE TERCEROS				**$1.200,00**	**Serv.**
	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES				**$0,00**	**Mater.**
	OTROS				**$0,00**	**Otro**
	TOTAL				**$29.971,85**	
	Notas:					

Tabla 5.4-2.- Presupuesto de mano de obra y movilización

5.4.2 **ANALISIS ECONOMICO GLOBAL**

El objetivo del análisis económico que se desarrolla en este capítulo es el introducir un método de evaluación que provee de la información necesaria para decidir la conveniencia, o no, de efectuar una inversión en una tecnología eficiente.

“Hoy en día, el uso eficiente de la energía se plantea como una necesidad global para solucionar los problemas del clima y la contaminación medioambiental, en este escenario al alumbrado público se lo considera un nicho importante para aplicar acciones de gestión energética debido a la homogeneidad del sector.

En el Ecuador el alumbrado supone un 6% del consumo eléctrico nacional y se lo ha categorizado conforme la siguiente tipología: Alumbrado Público General (Iluminación de vías), Alumbrado Público Ornamental (Iluminación de parques, plazas, iglesias, monumentos) y Alumbrado Público Intervenido; las cuales se detallan en la Regulación No. CONELEC 008/11, la misma que especifica las condiciones técnicas, económicas y financieras que permite a las distribuidoras de energía eléctrica prestar el servicio de alumbrado público general con calidad, eficiencia y precio justo.”

“El MEER, a través de su rectoría, busca que los sistemas de alumbrado cuenten con criterios de eficiencia energética desde la fase de diseño, ya que es desde allí donde se debe seleccionar los equipos idóneos para cada aplicación a más de cuantificar los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del sistema. Se considera que la instalación más eficiente es aquella en la que se conjuga la eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares a más de una gestión de la operación y mantenimiento para garantizar la seguridad vial, de los peatones y las propiedades.”

5.4.2.1 **Costo global del proyecto**

A continuación se presenta un cuadro del costo estimado que tendrá la instalación eléctrica del complejo turístico, este consta tanto de los costos en materiales como la mano de obra.

DESCRIPCION		COSTO
MATERIALES	ILUMINACION EXTERIOR	93803
	PROPULCION DE AGUA	75000
	INSTALACION ELECTRICA	58368
	COSTO MATERIALES	**227171**
MANO DE OBRA	ILUMINACION EXTERIOR	35412
	PROPULCION DE AGUA	51518
	INSTALACION ELECTRICA	29971
	COSTO MANO DE OBRA	**116901**
	COSTO TOTAL:	***344072***

Tabla 5.4-3.- Costo total del proyecto

El dinero en este proyecto invertido es del estado ecuatoriano, el cual espera de esta inversión garantizar un espacio de recreación para las personas del sector y turistas, más no la recuperación del mismo en efectivo, ya que no hay mejor inversión que la destinada para beneficio de la ciudadanía, impulsando a la ciudadanía a llegar al plan del "buen vivir".

5.4.2.2 **Análisis económico**

A menudo los proyectos de ahorro de energía tienen que competir contra otros proyectos que en apariencia inicial suelen presentarse como de menor inversión inicial, vale la pena preguntarse. ¿En realidad son más baratos?

El análisis detallado de todas las implicaciones que tiene un proyecto de inversión demuestra que en la mayoría de los casos decidir por la "menor inversión" a mediano y largo plazo resulta ser mucho más costoso.

El criterio de adjudicar una obra o compra de equipo a la menor oferta económica ha llevado a un gran número de empresas e instituciones a la adquisición de equipos y materiales de baja calidad, poca durabilidad, mala eficiencia, alto consumo de energía y finalmente mayores costos de operación.

A continuación se realiza un pequeño análisis económico para identificar la rentabilidad del proyecto.

El costo que establece la dirección de regulación económica del CONELEC para un escenario de servicio comunitario, sin una demanda establecida es de 0,072 usd.

CONELEC

DIRECCIÓN DE REGULACIÓN ECONÓMICA

PERIODO: ***ENERO - DICIEMBRE***

EMPRESAS ELÉCTRICAS:

NORTE-COTOPAXI-AMBATO-RIOBAMBA-CNEL BOLÍVAR-AZOGUES-CENTROSUR-SUR

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/consumidor)
CATEGORÍA	GENERAL		
NIVEL TENSIÓN	GENERAL BAJA TENSIÓN		
0-300 Superior	BAJA TENSIÓN SIN DEMANDA		
	COMERCIAL, E. OFICIALES, BOMBEO AGUA, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO		
		0.072 0.083	1.414

Tabla 5.4-4.- Cargos tarifarios CONELEC

Se considera que el uso de las lámparas, que serán instaladas en el complejo turístico, será de 12 horas diarias durante los 365 días del año; con estos valores se procede a calcular el costo en energía consumida que se generara de forma anual.

La potencia de las lámparas convencionales es tomada de las comparaciones que se realiza en el capítulo 3.

Descripción	Potencia Total(W)	Horas de operación anual	kWh/año	Costo anual USD
Lampara tipo led	4772	4380	20901,36	1504,90
Lamparas convencionales	15977	4380	69979,26	5038,51

Tabla 5.4-5.- Comparación del costo anual del sistema de iluminación.

Aquí se puede preciar que el ahorro generado, al instalar lámparas de tipo led, en comparación con las lámparas convencionales; es del 70% aproximadamente.

El beneficio anual, referente a ahorro energético será:

$$Beneficio\ anual = 5.038 - 1.504$$

$$Beneficio\ anual = 3.534\ usd.$$

5.4.2.2.1 Período o Tiempo de Recuperación.

Este método consiste en medir el tiempo (meses, años, etc.) que tarda un inversionista para recuperar el capital invertido, mediante los ingresos que produce el proyecto, o por los beneficios resultantes (ahorros de energía eléctrica por tanto ahorros en la facturación eléctrica); el número de meses o años recibe el nombre de período de recuperación.

Se consideran todos los costos en términos nominales y no se considera el valor del dinero en el tiempo. El criterio de aceptación del proyecto lo establece el inversionista definiendo el período máximo en que debe de recuperarse la inversión.

$$Tiempo\ de\ recuperación = \frac{Inversión}{Beneficios\ anuales}$$

El tiempo de recuperación es simple, debido a que no se considera el valor del dinero en el tiempo.

Se estima que el valor de la inversión en las luminarias tipo led es de 80.000 usd, mientras que si se hubiera considerado instalar las luminarias convencionales el costo hubiera sido de 25.000 usd aproximadamente.

Por lo que la diferencia de la inversión es de 55.000 usd y en base a este costo se debe realizar el análisis de recuperación de la inversión. Ya que los otros costos no varían, por las instalaciones no cambian.

Se estima que:

$$Tiempo\ de\ recuperación = \frac{Inversión}{Beneficios\ anuales}$$

$$Tiempo\ de\ recuperación = \frac{55.000}{3.534}$$

$$Tiempo\ de\ recuperación = 15{,}5\ años$$

CAPITULO SEIS.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El cronograma de trabajo planificado en la parte técnica del proyecto, se adapta a las situaciones externas, las que pueden ser: políticas administrativas, escases de productos en el mercado, retraso o incumplimiento de proveedores.
- Se hace una diferencia clara de las áreas que se va a iluminar, ya que esto ayuda a definir los parámetros que se consideraron para cada zona porque las necesidades lumínicas son diferentes.
- Una aplicación importante fue usar las lámparas led, ya que estas muestran un ahorro del 75% en potencia activa, porque se logra una eficiencia lumínica debido a que con pocos watios se obtienen los mismos lúmenes que en las lámparas convencionales.
- Para la iluminación exterior se ha considerado un nivel de hermeticidad apropiado para este ambiente, el valor más apropiado es un IP 66 y un grado de resistencia a los impactos IK 08, esto con el fin de garantizar la vida útil del equipo ya que las condiciones climáticas de la zona son muy adversas.
- La variación de la altura de los postes obedece a mejorar la eficiencia de las lámparas, debido a que el flujo luminoso es diferente en cada una de ellas.

- Para la creación de ambientes dinámicos se utilizo , en la iluminación de monumentos y fuentes de agua, tecnología RGB (red-green-blue) la versión dinámica, controlada por el protocolo DMX (Digital MultipleX), permite conseguir variaciones cromáticas (RGB) y variaciones de intensidad (en versión monocromática y en RGB).
- El control del sistema de iluminación exterior se lo realizo con la ayuda de un tablero de control y el mando de una fotocelda, con esto se garantiza que las lámparas se enciendan en el momento apropiado.
- El sistema de propulsión de agua es de tipo mecánico, con el fin de garantizar su fácil instalación y mantenimiento. Se ha realizado un diseño de acuerdo a los requerimientos del cliente como en este caso el municipio. Si es necesario hacer algún tipo de cambio en el sistema se cuenta con una reserva de potencia.
- El diseño es muy versátil de tal manera que el mantenimiento preventivo sea ágil y oportuno.
- Para el diseño del sistema de propulsión de agua se consideraron datos de tablas ajustadas a las normas de diseño y construcción que se muestran en el proceso, esto con el fin de considerar las pérdidas de potencia que se generan en el desplazamiento del agua por la tubería.
- Para el diseño se considera que cada uno de los elementos que conforman un centro de carga tienen características y funciones especiales, por lo tanto se debe tener en cuenta al momento del diseño, el espacio, lugar exacto y la ubicación de los mismos para dar plena seguridad al personal encargado del mantenimiento o reparación de averías.
- Se escogido como carga representativa una de tipo industrial, ya que el usuario es uno y a su vez la carga funcionara casi al 100% durante varias horas de la noche, mientras que en el día funcionara una gran parte de la misma.
- Las consideraciones para el estudio de carga es el más adecuado, ya que el factor de demanda es de 0.78, el mismo cumple con el rango establecido para la carga del tipo industrial.

- El método más adecuado para el diseño de la malla a tierra, fue por resistividad del suelo, que en este caso es de 27 ohm/m, de esta forma se realizo el diseño de la malla de puesta a tierra, para garantizar la descarga completa de una corriente de falla.
- Se le dio mucha importancia a la distribución de cargas muy diversas, en virtud de que el desequilibrio provoca mayores pérdidas técnicas ya que la corriente que circula por el neutro será mayor.
- El diseño contempla una adecuada coordinación de protecciones y de fácil operación ya que los elementos y equipos que constituyen un centro de carga se encuentran limitados por parámetros característicos.
- Por el clima y la seguridad de los usuarios se ha previsto realizar una cámara de transformación donde se instalara un transformador de tipo pad mounted.
- Tal como se esperaba fue necesario un diseño subterráneo ya que este brinda mayor confiabilidad, seguridad, imagen urbana, continuidad en el servicio, menor impacto ambiental en comparación con una instalación aérea.
- El dimensionamiento de conductores eléctricos fue adecuado, a fin de reducir las pérdidas y el calentamiento.

6.2 **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda para la fase de construcción coordinar los trabajos con la parte encargada de la obra civil, ya que así se evitara trabajar dos veces en el mismo lugar, esto con referencia a excavaciones y fundiciones, principalmente.
- Realizar un mantenimiento de las lámparas, por lo menos de una vez al año, ya que pese a su grado de hermeticidad, siempre existirá contaminación exterior y esto afecta gravemente a la eficiencia lumínica de las luminarias.

- Verificar durante la fase de construcción que los valores de puestas a tierra de todos los elementos del sistema estén dentro de los parámetros establecidos.
- Realizar un mantenimiento periódico de las estructuras metálicas, concerniente al tema de pintura de los postes, ya que debido al grado de humedad, estos se oxidan y corroen, poniendo en riesgo las instalaciones y la estética del parque.
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo de los equipos instalados, para garantizar el funcionamiento adecuado de cada uno de los elementos que constituyen el sistema de propulsión de agua, ya que el tiempo y en medio ambiente deterioran los mismos.
- Es necesario desconectar las barras de los tableros de distribución y comprobar ausencia de tensión antes de manipular el equipo existente en los mismos para cualquier operación o mantenimiento, llevando siempre el equipo necesario de protección.
- Se recomienda que todos los equipos deben estar correctamente aterrizados, para evitar accidentes debido a cargas estáticas en las partes metálicas.
- La limpieza y mantenimiento, por lo menos mensualmente, de las boquillas de agua, garantiza el correcto funcionamiento del sistema de propulsión de agua en las piletas.
- Cumplir con las directrices de mantenimiento emitidas por el fabricante de los equipos, principalmente el transformador; con el fin de evitar problemas y posibles accidentes.
- Se recomienda que en la fase de construcción los conectores y conductores sean de Cu., ya que si se ocupa elementos de Al., existirá una diferencia de temperatura entre ambos elementos por diferencia de materiales y eso produce un aflojamiento en las conexiones, apareciendo a futuro un punto caliente, por lo tanto se genera pérdida de energía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. DE LAS CASAS AYALA, José María; GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Rafael: "Curso de Iluminación integrada en la arquitectura". Ed. Servicio de publicaciones del colegio de Arquitectos de Madrid, 1991.
2. http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-exteriores
3. www.schreder.com
4. GARCÍA FERNÁNDEZ, Javier: Luminotecnia. Iluminación de interiores y exteriores, Oriol Boix Aragonés.
5. BLANCO MARIGORTA, E; VELARDE SUÁREZ, S; "Sistemas de bombeo" Universidad de Oviedo, Gijon.
6. FOX, R.W.; MCDONALD, A.T. "Introducción a la mecánica de fluidos".
7. GARCÍA TRASANCOS, José: Instalaciones eléctricas de media y baja tensión, Thomson-Paraninfo, 6ª edición, 2009.
8. Empresa Eléctrica Quito, Normas para Sistemas de Distribución – Parte A, Guía para diseño.
9. www.safe-rain.com.
10. GARCÍA, J: Instalaciones Eléctricas de Media Tensión, Magallanes, 1999.
11. DIAZ, P: Soluciones Prácticas para la puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos de Distribución, Mc Graw Hill, México, 2001.
12. BLANCA JIMÉNEZ, Vicente; AGUILAR RICO, Mariano: Iluminación y color. Ed. UPV, Valencia, 1995.
13. Normas de acometidas, cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (NATSIM), Empresa Eléctrica del Ecuador.

14.STONER, D: Planificación, 1996.

15. Norma IEC 529

16.TECNA, Cable schedule.

17.Código Eléctrico Nacional, NEC

ANEXOS