



T
621.462
VIL
F.2

Escuela Superior Politécnica del Litoral
Facultad de Ingeniería Eléctrica
y Computación

**“DISEÑO DE UN LABORATORIO DE MOTORES
ELECTRICOS PARA ENSAYOS; MANTENIMIENTO
Y REPARACION Y ANALISIS DE FACTIBILIDAD
PARA LA IMPLEMENTACION**



TESIS DE GRADO

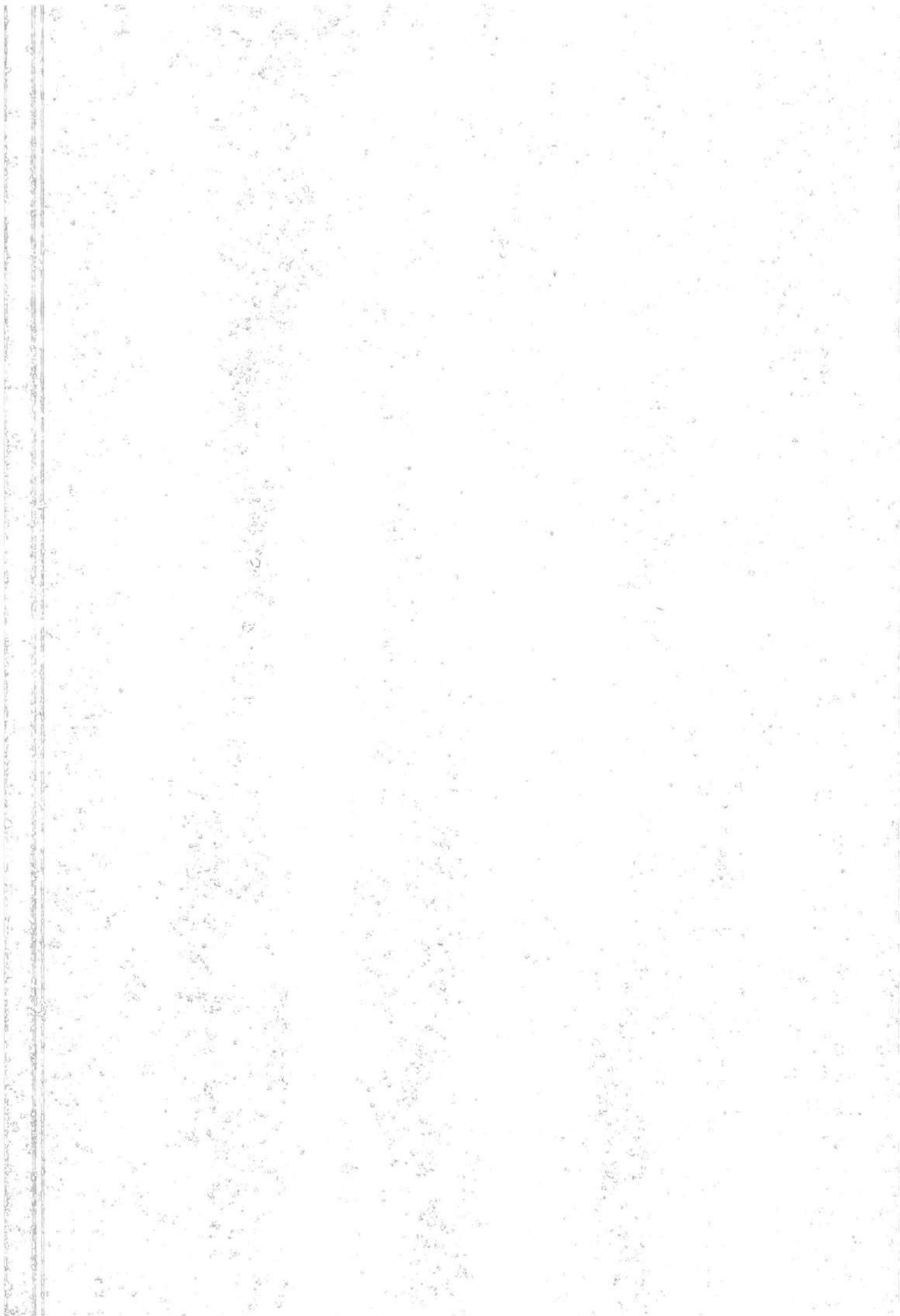


Previa a la Obtención del Título de:
INGENIERO EN ELECTRICIDAD
Especialización: POTENCIA

Presentado por:
Luis Patricio Villalva Franco
Iván Orlando Garrido Echeverría

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2007



AGRADECIMIENTO.



CIB-ESPOL

- Al Sr. Ing. Jorge Aragundi, por mostrarnos toda su capacidad de docente al ser la persona que nos supo transmitir todos sus consejos, experiencias y conocimientos para la elaboración de esta tesis.
- A todos los profesores que han sido parte de nuestra formación académica y humana durante todo el proceso de aprendizaje, quienes a través de su enseñanza desinteresada han aportado en nuestra formación técnica profesional.
- A nuestros padres y esposas quienes han sido nuestro apoyo constante y siempre han sabido darnos el incentivo y la fuerza necesaria para conseguir nuestras metas.



CIE - ESPOL

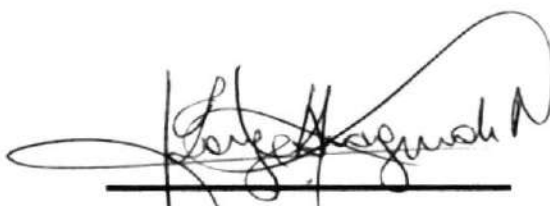
DEDICATORIA.

- Este trabajo va dedicado a nuestros padres, y esposas por el sentimiento de amor, apoyo y entrega que nos han demostrado, ya que ellos nos han inspirado a seguir luchando en el diario vivir, por llegar a ser un aporte positivo para la sociedad.
- A nuestros familiares y amigos.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.



**Ing. Holguer Cevallos.
Presidente del Tribunal.**



**Ing. Jorge Aragundi.
Director de Tesis.**



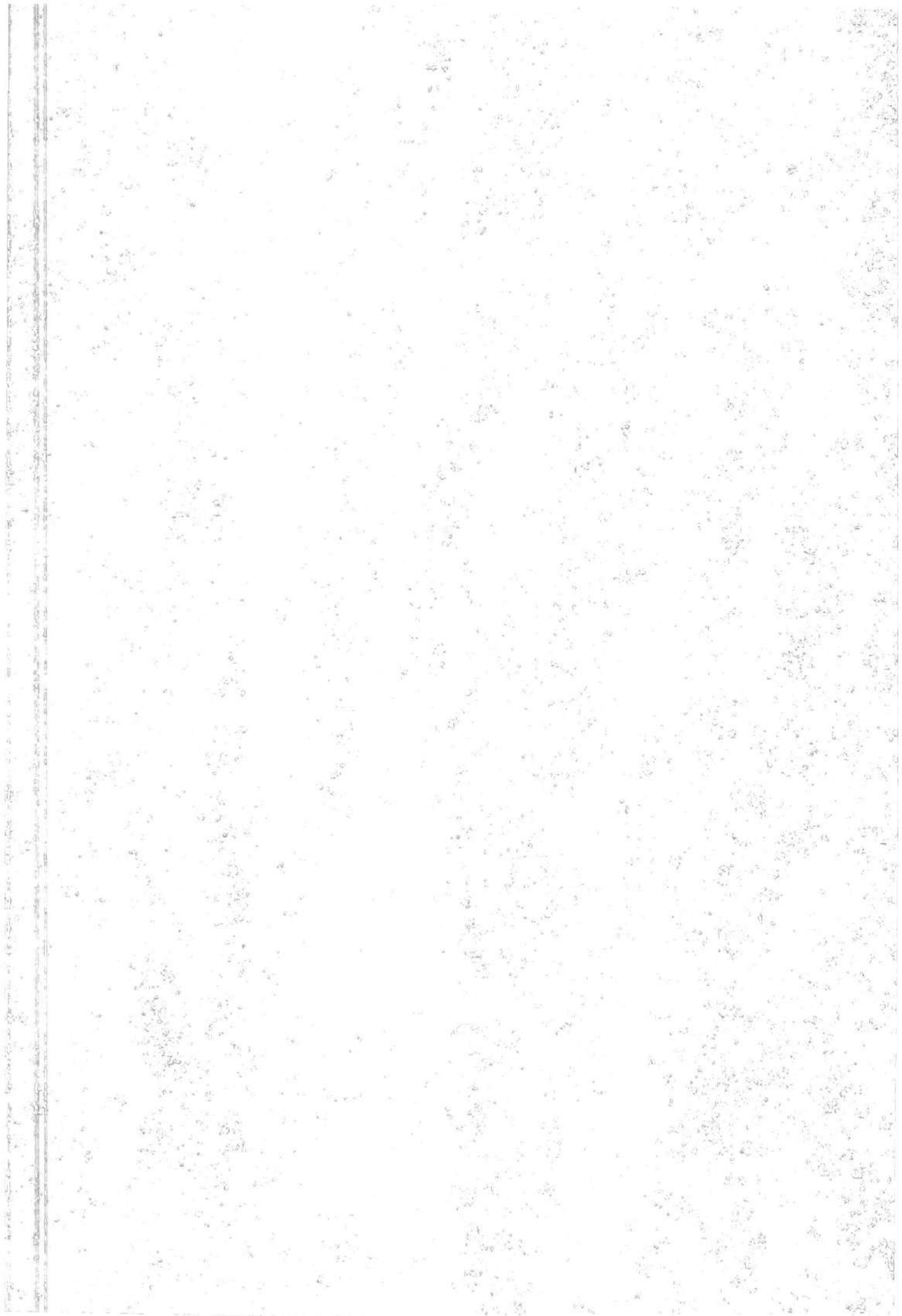
**Ing. Gustavo Bermúdez.
Vocal Principal.**



**Dr. Jorge Flores.
Vocal Principal.**

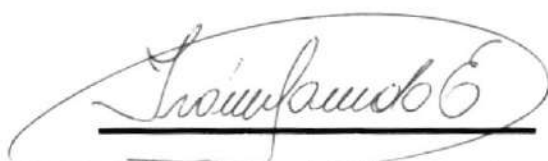


CIB - ESPOL

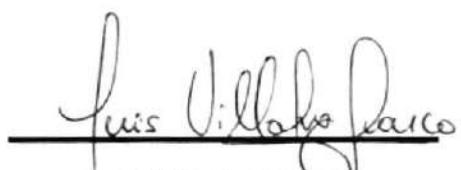


DECLARACIÓN EXPRESA.

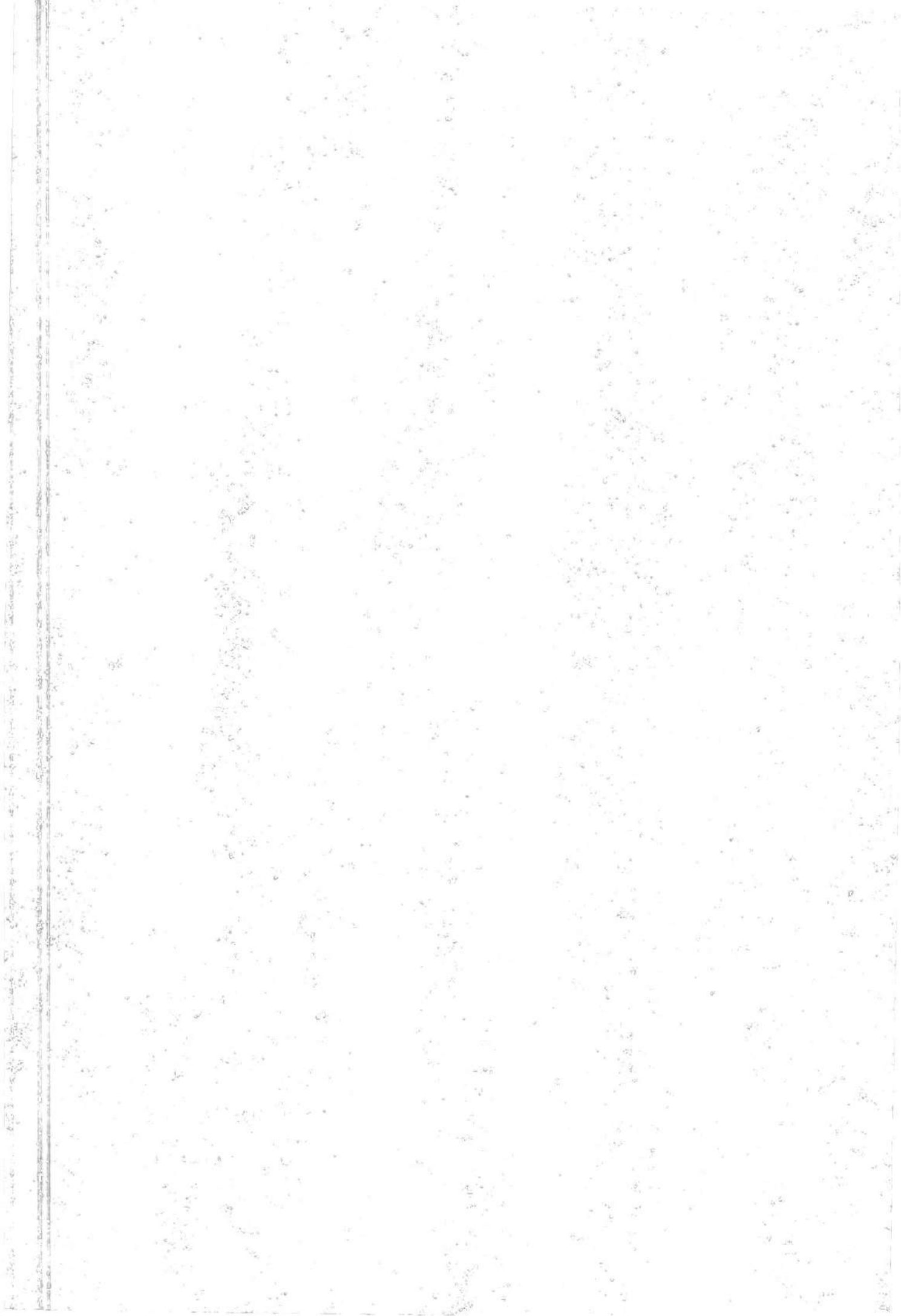
“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”



Orlando Garrido Echeverría.



Luis Villalva Franco.



RESUMEN.

En la actualidad la Armada del Ecuador no posee un medio efectivo para el mantenimiento, monitoreo y reparación de motores eléctricos que se tienen en las unidades de la Escuadra naval, por estas circunstancias creemos necesario que la Armada debe contar con una instalación eficiente y confiable donde se demuestre por medio de ensayos, guiados por normas estándares, las condiciones reales de los motores eléctricos tanto nuevos como reparados.

Ante dicha necesidad el presente trabajo tiene seis capítulos de los cuales en el primer capítulo se expone cantidad de motores a bordo de las unidades, historial y descripción de fallas ocurridas en los mismos con un banco de datos que comprende un período de cuatro años.

En el capítulo segundo trata de la clasificación de espacios, flexibilidad, estética y determinación de la documentación necesaria para conformar una perspectiva preliminar del diseño del laboratorio.

El capítulo tres se enfoca a los esquemas, planos y detalles técnicos de los aspectos arquitectónicos, estructurales, eléctricos, mecánicos y servicios básicos.



En el capítulo cuatro se menciona todos los ensayos, equipos, sensores y normas necesarias para el funcionamiento óptimo del laboratorio como también para el monitoreo de los motores en prueba.

Los aspectos económicos, financieros y la factibilidad económica del laboratorio son presentados en capítulo cinco.

Finalmente en el capítulo seis se expone todo lo referente a la seguridad en el manejo del laboratorio, este es un capítulo adicional ya que depende de si este es implementado, lo que permitiría poner en práctica lo mencionado en lo referente a seguridad.



CIB -ESPOL

INDICE GENERAL.

RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE FIGURAS	XVIII
INDICE DE TABLAS	XXIII
INDICE DE PLANOS	XXVI
SIMBOLOGIA	XXVII
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1.	<u>ANTECEDENTES.</u>
1.1. Reseña Histórica	3
1.1.1. Astilleros Navales Ecuatorianos (ASTINAVE).	4
1.1.1.1. Misión.	4
1.1.1.2. Actividad de la empresa.	4
1.1.1.3. Clientes.	5
1.1.2. Maestranza.	5
1.2. Levantamiento de datos.	6
1.2.1. Fragatas misileras.	6
1.2.1.1. FM-01 Moran Valverde.	6
1.2.1.2. FM-02 Presidente Alfaro.	8
1.2.2. Corbetas misileras.	9
1.2.2.1. CM-11 Esmeraldas.	9

1.2.3. Lanchas misileras.	15
1.2.3.1. LM-21 Quito.	16
1.2.4. Buques auxiliares.	18
1.2.4.1. RM-70 Chimborazo.	18
1.2.4.2. TR-63 Quisquis.	23
1.2.4.3. TR-62 Calicuchima.	25
1.2.4.4. TR-61 Tanata.	27
1.3. Datos estadísticos.	29
1.3.1. Fragatas misileras.	30
1.3.1.1. Número de motores vs fallas.	30
1.3.1.2. Número de motores vs reparación.	32
1.3.1.3. Número de reparación vs operativos.	32
1.3.2. Corbetas Misileras.	33
1.3.2.1. Número de motores vs fallas	33
1.3.2.2. Número de motores vs reparación.	35
1.3.2.3. Número de reparación vs operativos.	35
1.3.3. Lanchas misileras.	36
1.3.3.1. Número de motores vs fallas	36
1.3.3.2. Número de motores vs reparación.	38
1.3.3.3. Número de reparación vs operativos.	38
1.3.4. Buques auxiliares.	39
1.3.4.1. Número de motores vs fallas.	39

1.3.4.2. Número de motores vs reparación. 41

1.3.4.3. Número de reparación vs operativos. 41

CAPITULO 2. DOCUMENTACION Y ELABORACION DEL PREDISEÑO.

2.1. Tipos de Espacios. 42

2.1.1. Espacio Administrativo. 42

2.1.1.1. Espacio para trabajo en computadora. 43

2.1.1.2. Espacio para trabajo en escritorio. 44

2.1.1.3. Espacio para conferencias. 44

2.1.1.4. Espacio para recepción. 45

2.1.2. Espacio de ensayos. 45

2.1.2.1. Espacio donde se realizan los ensayos a los
motores. 45

2.1.3. Espacio donde se realizan los mantenimientos y
reparaciones. 46

2.1.4. Espacio de recepción de máquinas. 47

2.1.5. Espacio de uso múltiple. 47

2.1.5.1. Espacio de higiene. 47

2.1.5.2. Espacio de comedor. 48

2.1.6. Espacio de Almacén. 48

2.1.6.1. Espacio de gabinete de equipos de medición. 48

2.1.6.2. Espacio de gabinete de herramientas.	48
2.1.6.3. Espacio de gabinete de utilitarios.	49
2.2. Categorización de espacios.	53
2.2.1. Oficinas.	53
2.2.2. Soporte de oficinas.	53
2.2.3. Laboratorio.	53
2.2.4. Soporte de laboratorio.	55
2.3. Identificación de estándares apropiados a usar en el diseño.	55
2.3.1. Estándares eléctricos.	54
2.3.1.1. Potencia.	55
2.3.1.2. Distribución.	55
2.3.2. Estándares para ensayos de motores de inducción.	56
2.3.2.1.1. Normas.	56
2.4. Programas Alternativos.	58
2.4.1. Funcionalidad.	58
2.4.1.1. Función administrativa.	59
2.4.1.2. Función operacional.	59
2.4.1.3. Función de ensayos.	59
2.4.2. Estética.	61
2.4.3. Flexibilidad.	61

CAPITULO 3. BASES TEORICAS Y CONFIRMACION DEL DISEÑO.

3.1. Diseño esquemático.	62
3.1.1. Diseño arquitectónico.	62
3.1.1.1. Sitio del plan.	62
3.1.1.2. Planos.	63
3.1.2. Diseño estructural.	64
3.1.2.1. Detalles técnicos.	65
3.1.2.2. Plano estructural.	66
3.1.3. Diseño eléctrico.	67
3.1.3.1. Detalles técnicos.	67
3.1.3.2. Esquema de potencia.	69
3.1.3.3. Esquema de distribución de baja tensión.	96
3.1.3.4. Diseño de bancos de prueba.	100
3.1.3.5. Diseño de la puesta a Tierra.	111
3.2. Relación del laboratorio y no laboratorio.	124
3.2.1. Sala de mantenimiento y reparación.	124
3.2.2. Sala de servicios básicos.	124
3.2.3. Sala de conferencia y recepción.	125
3.3. Utilidades.	125
3.3.1. Repuestos.	125
3.3.2. Gabinetes.	125
3.3.3. Herramientas.	125

3.3.4. Grúa eléctrica.	127
3.4. Consideraciones de diseño.	128
CAPITULO 4. <u>SEGURIDAD DEL LABORATORIO.</u>	
4.1. Efectos Fisiológicos de la electricidad.	130
4.1.1. Base física y fisiopatológico de la electrización.	131
4.1.2. Fisiopatología.	134
4.1.3. Causas de muerte en la industria.	135
4.1.4. Papel de los diversos parámetros eléctricos.	135
4.1.5. Estudio clínico de la descarga eléctrica.	139
4.1.6. Cuadros clínicos y problemas diagnósticos.	140
4.1.7. Diagnósticos positivos y médico legal.	141
4.2. Objetivo de la seguridad.	141
4.3. Tipos de riesgos.	142
4.3.1. Riesgo de electricidad.	142
4.3.1.1. Riesgo de incendios por causa eléctrica.	143
4.3.1.2. Shock eléctrico.	143
4.3.1.3. Resistencia eléctrica del cuerpo.	144
4.3.1.4. La tensión de la corriente.	148
4.3.1.5. El tiempo de contacto como factor de riesgo.	149
4.3.1.6. Tipos de corriente.	149
4.3.1.7. Descarga eléctrica.	149



CIB-ESPOL

4.3.2. Riesgo por inseguridad en el trabajo.	149
4.3.2.1. Equipos de protección.	150
4.4. Normas de obligación en el cumplimiento para el trabajo en laboratorio.	150
4.4.1. Normas genéricas.	151
4.4.2. Precauciones específicas.	153
4.4.2.1. Precauciones específicas de ensayos.	153
4.4.2.2. Precauciones específicas de equipos.	153
4.5. Señalización del laboratorio.	154
4.5.1. Indicativos de Peligro.	155
4.5.2. Indicativos de Precaución.	155
4.5.3. Indicativos de Escape.	159
4.5.4. Indicativos de ubicación de extintores y bancos fijos de CO ₂ .	160
4.5.5. ¿Qué hacer en caso de accidente?.	161
4.5.5.1. Incendio.	161
4.5.5.2. Organización.	161
4.5.5.3. Química del fuego.	163
4.5.5.4. Triángulo del fuego.	163
4.5.5.5. Medios para sofocar un incendio.	165
4.5.6. Primeros Auxilios.	167
4.5.6.1. Definición.	167

4.5.6.2.	Objetivos de la aplicación de primeros auxilios.	167
4.5.6.3.	Examen físico.	168
4.5.6.4.	Niveles de reacción.	168
4.5.6.5.	Paro respiratorio.	169
4.5.6.6.	Causas de paro respiratorio.	169
4.5.6.7.	Que se debe hacer.	170
4.5.6.8.	Pasos a seguir para reanimación cardio pulmonar.	170

CAPITULO 5. METODOS DE ENSAYOS EN LOS MOTORES ELECTRICOS DE INDUCCION.

5.1.	Teoría de ensayos en los motores de inducción.	171
5.1.1.	Qué es un ensayo aplicado a un motor eléctrico.	172
5.1.2.	Para qué sirve un ensayo aplicado a un motor eléctrico.	173
5.2.	Equipos para realizar los ensayos.	173
5.2.1.	Frenos dinamométricos.	174
5.3.	Equipos de medición utilizados en los ensayos.	179
5.3.1.	Instrumentos de medición.	180
5.3.1.1.	Amperímetro.	181
5.3.1.2.	Voltímetro.	182
5.3.1.3.	Decibelímetro.	183
5.3.1.4.	Analizador de vibraciones.	184

5.3.1.5. Megger.	186
5.3.1.6. Pistola de temperatura.	187
5.3.1.7. Osciloscopio.	188
5.3.1.8. Analizador de potencia.	189
5.3.2. Sensores.	191
5.3.2.1. Temperatura.	191
5.3.2.2. Velocidad.	192
5.3.2.3. Celda de carga.	192
5.4. Métodos de ensayo.	193
5.4.1. Ensayo de rutina.	194
5.4.2. Ensayo de calentamiento.	197
5.4.3. Ensayo del sistema de aislamiento.	204
5.4.4. Ensayo especial.	211
CAPITULO 6. <u>ANALISIS ECONOMICO DE FACTIBILIDAD.</u>	
6.1. Demanda.	215
6.2. Elasticidad de la demanda.	223
6.3. Análisis de la oferta.	223
6.4. Punto de equilibrio.	224
6.5. Determinación de los costos.	225
6.5.1. Materias primas.	225
	229

6.5.2. Mano de obra directa.	230
6.5.3. Mano de obra indirecta.	231
6.5.4. Costo de otros insumos.	232
6.5.5. Costos de mantenimiento.	233
6.5.6. Costos de depreciación.	238
6.5.7. Costos financieros.	238
6.5.8. Costos no tangibles	238
6.6. Evaluación de rentabilidad económica.	238
6.6.1. Criterios de evaluación.	239
6.6.2. Términos y relaciones básicas de interés.	239
6.6.2.1. Valor actual (Presente) Neto (VAN).	239
6.6.2.2. Tasa interna de retorno.	240
CONCLUSIONES.	242
RECOMENDACIONES.	244
ANEXOS.	245
BIBLIOGRAFIA.	301

INDICE DE FIGURAS.

CAPITULO 1.

FIGURA 1.1. Fotos actuales de taller eléctrico ASTINAVE.	4
FIGURA 1.2. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2003.	30
FIGURA 1.3. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2004.	31
FIGURA 1.4. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2005.	31
FIGURA 1.5. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2006.	32
FIGURA 1.6. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2003.	33
FIGURA 1.7. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2004.	34
FIGURA 1.8. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2005.	34
FIGURA 1.9. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2006.	35
FIGURA 1.10. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2003.	36
FIGURA 1.11. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2004.	37
FIGURA 1.12. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2005.	37
FIGURA 1.13. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2006.	38
FIGURA 1.14. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2003.	39
FIGURA 1.15. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2004.	40
FIGURA 1.16. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2005.	40
FIGURA 1.17. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2006.	41

CAPITULO 2.

FIGURA 2.1. Organigrama de categorización de espacios del	54
---	----

laboratorio.

FIGURA 2.2. Organigrama funcional del laboratorio. 60

FIGURA 2.3. Diagrama de Desarrollo de labores del laboratorio. 60

CAPITULO 3.

FIGURA 3.1. Detalle de Estructuras. 66

FIGURA 3.2. Detalle de acometida en media tensión 72

FIGURA 3.3. Cuadro vectorial de caída de voltaje. 74

FIGURA 3.4. Detalle de cajas de paso. 87

FIGURA 3.5. Cuadro vectorial de potencias. 90

FIGURA 3.6. Cuadro de compensación de reactivos. 91

FIGURA 3.7. Angulo de desfase entre $i - u$ y diagrama
compensación de reactivos. 92

FIGURA 3.8. Contactor. 100

FIGURA 3.9. Térmico. 101

FIGURA 3.10. Relé de tiempo. 102

FIGURA 3.11. Pulsadores e interruptores. 103

FIGURA 3.12. Selector. 103

FIGURA 3.13. Variador de velocidad. 104

FIGURA 3.14. Diagrama de control de la consola de ensayo. 105

FIGURA 3.15. Diagrama multifilar del tablero de arrancadores. 105

FIGURA 3.16. Tablero de arrancadores a 220 voltios. 109

FIGURA 3.17. Tablero de arrancadores a 440 voltios. 109



CIB-ESPOL

FIGURA 3.18 Consola de control de ensayos.	110
FIGURA 3.19. Cuadro descriptivo de la resistividad del suelo.	112
FIGURA 3.20. Método de Wenner.	114
FIGURA 3.21. Toma real de unión varilla cable.	118
FIGURA 3.22. Cuadro descriptivo del método de caída de potencial.	120
FIGURA 3.23. Corrientes y potenciales de medida del método caída de potencial	121
FIGURA 3.24. Esquema de medida de resistencia de puesta a tierra.	122
FIGURA 3.25. Características de medida en función del parámetro de Error por distancia (d).	123
FIGURA 3.26. Herramientas para reparación de motores eléctricos.	126
FIGURA 3.27. Moldes para fabricación de bobinas.	126
FIGURA 3.28. Grúa.	127
CAPITULO 4.	
FIGURA 4.1. Resistencias que intervienen en un contacto eléctrico y la persona	145
FIGURA 4.2. Recorrido de la corriente por el cuerpo humano.	146
FIGURA 4.3. Porcentajes de la Impedancia total en el cuerpo humano.	147
FIGURA 4.4. Triangulo del fuego.	164
FIGURA 4.5. Formas de extinción del fuego.	165

FIGURA 4.6. Por enfriamiento.	165
FIGURA 4.7. Por sofocamiento.	166
FIGURA 4.8. Por segregación.	166
FIGURA 4.9. Circulo de peligro.	168
CAPITULO 5.	
FIGURA 5.1. Distribución de fallas en los motores de inducción.	171
FIGURA 5.2. Freno Dinamométrico Polvo Magnético.	175
FIGURA 5.3. Funcionamiento del Freno Dinamométrico Polvo Magnético.	175
FIGURA 5.4. Amperímetro de Mesa.	181
FIGURA 5.5. Amperímetro de gancho.	181
FIGURA 5.6. Voltímetro de Mesa.	182
FIGURA 5.7. Multímetro.	183
FIGURA 5.8. Watímetro.	183
FIGURA 5.9. Decibelímetro.	184
FIGURA 5.10. Analizador de vibraciones.	185
FIGURA 5.11. Megger.	186
FIGURA 5.12. Pistola Termográfica.	187
FIGURA 5.13. Osciloscopio.	189
FIGURA 5.14. Analizador de potencia.	190
FIGURA 5.15. Termómetro digital.	191
FIGURA 5.16. Sensor y Tacómetro	192

FIGURA 5.17. Celda de Carga	193
FIGURA 5.18. Medición de Resistencia de bobinado.	194
FIGURA 5.19. Medición de temperatura de bobinado.	198
FIGURA 5.20. Medición de la resistencia de aislamiento.	206
FIGURA 5.21. Equipo de Rigidez dieléctrica.	207
FIGURA 5.22. Medición de la Rigidez dieléctrica del bobinado.	207
FIGURA 5.23. Puntos de medición.	212
CAPITULO 6.	
FIGURA 6.1. Curva de fallas vs años.	217
FIGURA 6.2. Tendencia lineal de la curva de fallas vs años.	218
FIGURA 6.3. Tendencia lineal de la curva de fallas vs años.	219
FIGURA 6.4. Tendencia lineal de la curva de fallas vs años.	221

INDICE DE TABLAS.

CAPITULO 1.

TABLA 1.1. Listado de equipos a bordo de Fragatas Misileras.	8
TABLA 1.2. Listado de equipos a bordo de Corbetas Misileras.	15
TABLA 1.3. Listado de equipos a bordo de Lanchas Misileras.	18
TABLA 1.4. Listado de equipos a bordo del RM-70 Chimborazo.	23
TABLA 1.5. Listado de equipos a bordo del TR-63 Quisquis.	25
TABLA 1.6. Listado de equipos a bordo del TR-62 Calicuchima.	27
TABLA 1.7. Listado de equipos a bordo del TR-61 Tanata.	29

CAPITULO 3.

TABLA 3.1 Planilla de carga del panel de distribución oficina	78
TABLA 3.2 Planilla de carga del tablero general.	79
TABLA 3.3 Planilla de carga de distribución sala control.	80
TABLA 3.4 Planilla de carga de distribución laboratorio.	80
TABLA 3.5. Planilla de carga de distribución Mantenimiento 220.	81
TABLA 3.6. Planilla de carga de distribución Mantenimiento 440.	81
TABLA 3.7. Características constructivas del cuarto de transformadores.	83
TABLA 3.8 Datos de placa del transformador trifásico de 100 KVA.	84
TABLA 3.9 Datos de placa del transformadores trifásico seco de 50 KVA	84



CIB -ESPOL.

TABLA 3.10 Dimensión de barra según el amperaje.	108
TABLA 3.11. Calibre del conductor en circular mils.	117
CAPITULO 4.	
TABLA 4.1. Efectos fisiológicos directos de la electricidad.	131
TABLA 4.2. Comportamiento frente a la intensidad de corriente.	136
TABLA 4.3. Punto de vista clínico.	139
TABLA 4.4 Tensión de contacto vs. Estado de piel.	148
TABLA 4.5. Colores de seguridad y significado.	155
CAPITULO 5.	
TABLA 5.1. Resumen de normas.	173
TABLA 5.2. Valores de aislamiento.	205
TABLA 5.3. Valores de vibración.	213
CAPITULO 6.	
TABLA 6.1. Numero de fallas en cada ano.	216
TABLA 6.2. Proyección de números de fallas hasta el año 2011.	220
TABLA 6.3. Ingresos aplicando la primea forma de la demanda.	220
TABLA 6.4. Números de falas obtenidas de la segunda forma.	221
TABLA 6.5. Ingresos utilizando la segunda forma de la demanda.	221
TABLA 6.6. Costo de reparación de un motor por hp y revoluciones.	222
TABLA 6.7. Costos de materia prima.	226
TABLA 6.8. Costos de mano obra eléctrica y mecánica.	227
TABLA 6.9. Costos de materia prima.	228

TABLA 6.10. Costos de mano de obra.	228
TABLA 6.11. Costos promedio.	229
TABLA 6.12. Costos mano de obra indirecta.	230
TABLA 6.13. Costo de consumo de energía eléctrica.	232
TABLA 6.14. Costo de mantenimiento.	233
TABLA 6.15. Depreciación del edificio.	234
TABLA 6.16. Depreciación de equipos de laboratorio.	235
TABLA 6.17. Depreciación de muebles de oficina.	235
TABLA 6.18. Depreciación de equipos de computación.	235
TABLA 6.19. Depreciación total.	236
TABLA 6.20. Costos primos.	236
TABLA 6.21. Costos de otros insumos.	236
TABLA 6.22. Costos de mantenimiento.	237
TABLA 6.23. Costos por depreciación.	237
TABLA 6.24. Costos de otros insumos.	237
TABLA 6.25. Costos de mantenimiento.	237

INDICE DE PLANOS.

CAPITULO 2.

PLANO 2.1. Primera distribución de espacios.	50
PLANO 2.2. Segunda distribución de espacios.	51
PLANO 2.3. Tercera distribución de espacios.	52

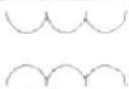













CAPITULO 3.




PLANO 3.1. Diseño de interiores.	63
PLANO 3.2. Vista isométrica del laboratorio.	64
PLANO 3.3. Localización física de los paneles y tableros.	76
PLANO 3.4. Cuarto eléctrico.	85
PLANO 3.5. Recorrido de tubería subterránea y cajas de paso.	89
PLANO 3.6. Diagrama unifilar.	95
PLANO 3.7. Alumbrado.	97
PLANO 3.8. Tomacorriente.	99
PLANO 3.9. Malla puesta a tierra.	118

CAPITULO 5.

PLANO 5.1. Vistas en 3D del freno dinamométrico.	178
PLANO 5.2. Vista en 3D de la sala de control.	179

SIMBOLOGIA.

	Transformador trifásico.
	Tablero y subtablero de distribución
	Panel de distribución
	Medidor electrónico de la E.E.E.
	Disyuntor.
	Caja portafusibles x3 15KV.
	Pararrayos.
	Ojo de buey 2 x 13 vatios.
	Lámpara fluorescente 2 x 32 vatios sellada.
	Lámpara tipo cobra 208 V Na 400 vatios
	Lámpara tipo campana 208 V 400 vatios metal halide.
	Tomacorriente 110V.
	Tomacorriente sobre mesón 110V.
	Tomacorriente 220V

	Tomacorriente trifásico.
	Punto de telefónico.
	Varilla de cobre 5/8" x 6"
	Cable desnudo 4/0 AWG.

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como objetivo, diseñar e implementar un laboratorio de ensayo, reparación y mantenimiento de motores eléctricos, debido a la urgencia de cubrir las necesidades de las unidades que conforman la Comandancia de Escuadra Naval, pues se ha podido detectar que por la falta de equipos modernos que permitan ser óptimos en el mantenimiento y reparación de maquinaria eléctrica, no se han podido recuperar motores eléctricos importantes en los sistemas que tienen las unidades navales para su operación .

Para esto se realizará un análisis de la demanda del número de órdenes de trabajo de electricidad, desde el año 2003 hasta el 2006, solicitadas por las unidades navales de la Comandancia de Escuadra, la que permitirá establecer el mercado cautivo que poseerá el laboratorio en mención. Cabe destacar que no solo existen motores en la Escuadra Naval, sino también en Unidades del Cuerpo de Guardacostas y Escuadrón de Submarinos por lo cual hacen suponer que la demanda de prestación de servicios del laboratorio tendrá verdaderamente un alto porcentaje.

Luego con la elaboración del prediseño, determinaremos los espacios físicos y la distribución de los mismos considerando como factor preponderante, el tiempo mínimo a realizar cada tarea, para luego elaborar el diseño del laboratorio que abarcará la parte arquitectónica, estructural y eléctrica.

Se describirán los equipos a utilizarse, normas de ensayos, normas de seguridad, prevención de incendios, primeros auxilios.

Se considerará el total de facturación que se obtuvo por los servicios efectuados al final del año 2006, conciliando los valores entre ASTINAVE y la DIMARE, sirviendo estos datos como base para proyectar los ingresos posibles de los años siguientes, junto con la otra variable, que es el número de órdenes de trabajo para el laboratorio.

Con los presupuestos y cotizaciones se estimará los costos aproximados de equipos, maquinaria y construcción, necesarios para implementar el laboratorio deseado, y mediante cálculos económicos obtendremos el valor del VAN y el TIR, lo que determinará si es realizable o no la construcción del laboratorio.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1. Reseña Histórica.

Al desarrollar el tema propuesto, es necesario indicar que la Armada del Ecuador, tiene dos organismos que se encargan del mantenimiento y reparación de los motores eléctricos de las unidades de la Escuadra Naval, siendo ASTINAVE y Maestranza de la DIMARE.

El 29 de diciembre de 1972 mediante decreto supremo No. 1513 se crea "ASTILLEROS NAVALES ECUATORIANOS" (ASTINAVE), como Institución de derecho Público con personería jurídica, patrimonio propio y con domicilio en la ciudad de Guayaquil.

La renovación de las unidades de la Armada del Ecuador y de las pertenecientes a la Flota Naviera Nacional, con buques nuevos y poseedores de equipos y maquinaria de alta tecnología, ha demandado a través de los años de la empresa la permanente capacitación del personal que labora en ASTINAVE. Con la adquisición del dique "RIO NAPO", permitió aumentar la capacidad de la empresa para realizar trabajos de carenamiento y reparación de buques de hasta 3500 toneladas.

En la actualidad se tiene dos diques, "D.A.E. NAPO", y "D.A.E. CENEPA" además, cuenta con varadero y muelle propio, para unidades de menor calado y desplazamiento.

1.1.1. Astilleros Navales Ecuatorianos (ASTINAVE).- Esta empresa realiza la reparación de los motores de los buques.



FIGURA 1.1 Fotos actuales de taller eléctrico ASTINAVE.

A continuación se describe en los siguientes puntos:

Misión.

Actividad de la empresa.

Cliente.

1.1.1.1. Misión.- Liderar la construcción naval en aluminio y cubrir la demanda de carenamiento de la Marina Mercante Nacional, brindando niveles óptimos de calidad y adelantándonos a las necesidades de nuestros clientes.

1.1.1.2. Actividad de la empresa.- ASTINAVE, es una empresa que se dedica a las siguientes actividades:

- Construcción de embarcaciones.
- Alargamiento de pesqueros.
- Carenamiento de buques.
- Reparación, y construcción de maquinaria.
- Apoyo a la industria.

En cada una de estas actividades ASTINAVE trata de cubrir el mercado nacional, integrando profesionalismo, buen servicio y bajo costo para lograr captar el mayor número de demandantes de los diferentes servicios que brinda la empresa.

1.1.1.3. Clientes.- Los clientes son todas aquellas personas naturales, empresas que de una u otra manera necesitan de servicios de mantenimiento, reparación y construcción de unidades navales así como también todo lo que refiere al mantenimiento y reparación de los elementos que forman los diferentes sistemas del buque, como pueden ser sistema eléctrico, sistema contra incendio, sistema de propulsión, etc.

1.1.2. Maestranza.- Es parte de la Dirección de Ingeniería Naval la misma que depende administrativa y operativamente de la Dirección General del Material, siendo la función principal la de ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas, motores, otros equipos y prestar



apoyo para la ejecución de los proyectos de modernización y sustitución en el área electromecánica de las Unidades Navales.

1.2. Levantamiento de datos.

Para la obtención del número de motores y bombas eléctricas que existen a bordo de las unidades navales, es necesario realizar un levantamiento de datos, para un mejor entendimiento lo hemos clasificado en los siguientes ítems:

Fragatas Misileras.

Corbetas Misileras.

Lanchas Misileras.

1.2.1. Fragatas Misileras.- Son unidades de combate de fabricación inglesa capaces de cumplir los cuatro tipos de guerra, superficie, aérea, submarina y química. La Armada posee dos fragatas del mismo tipo las cuales se mencionan a continuación:

FM-01 Moran Valverde.

FM-02 Presidente Alfaro.

1.2.1.1. FM-01 Moran Valverde.- Este buque, el cual es insignia de la Armada, tiene los siguientes equipos a bordo:

EQUIPO		AÑO FABRICACION	MARCA	MODEL	POTENCIA (HP)	VOLTAJE (V)	FASE	FRECUENCIA (HZ)	RPM
1	TURBO GENER. H		NEI-APELTD-WH ALLEN	E/161302	500	450	3	60	1800
2	TURBO GENER. J		NEI-APELTD-WH ALLEN	T402056	500	450	3	60	1800
3	GENERADOR 1		NEI-APELTD-WH ALLEN	E161321	450	450	3	60	
4	GENERADOR 2		NEI-APELTD-WH ALLEN	T402056	500	450	3	60	1800
5	CONVERTIDOR 1		NEWTON DERBY	12580	6	440/115	3	400	
6	CONVERTIDOR 2		EDECEL ELECTRONIC		10	440/220	3	60	
7	TRANSFORMADOR RECTIFICADOR 440/28VDC		WESTING HOUSE	R 23831 TYPE 6677		440 A 28 DC	3	60	
8	TRANSFORMADOR 440 a 115v # 1		FOSTER TRANSF.	AD 1048	20	440 /118	3	60	
9	TRANSFORMADOR 440 a 115v # 2		FOSTER TRANSF.	AD 1048	20	440 /118	3	60	
10	MOTORES DE VENT. MAQ. DE POPA		KEITH BLACKMAN	1279 AD	13.30	440	3	60	1750
11	MOTORES DE VENT. MAQ. DE PROA		KEITH BLACKMAN	3571 AD	1.25	440	3	60	1730

12	MOLINETE DE POPA		LAURENCE SCOTT ELECTROMOTORS			440	3	60	
13	ELECTROBOMBA DE COMBUSTIBLE					440	3	60	
14	BOMBA TRASVASIJE DE ALIMENTACION					440	3	60	
15	BOMBA ELECTRCIA DE LUBRICACION TURBO H					440	3	60	
16	BOMBA ELECTRCIA DE LUBRICACION TURBO H					440	3	60	
17	BOMBA C. I. 1		WORKINGTON SIMPSON	19634787	4.75	440	3	60	
18	BOMBA C. I. 2		WORKINGTON SIMPSON	19634787	4.75	440	3	60	
19	BOMBA C. I. 3		WORKINGTON SIMPSON	19634787	4.75	440	3	60	

TABLA 1.1. Listado de equipos a bordo de Fragatas Misileras.

Se indica que, los cuadros en blanco de las tablas, correspondientes al levantamiento de equipos a bordo en las unidades, se debe a la falta de datos o inexistencia de la placa en el equipo.

1.2.1.2. FM-02 Presidente Alfaro.- Vista que pertenecen al mismo tipo de unidades con la Fragata Moran Valverde, los equipos a bordo son semejantes. Por lo cual la tabla 1.1 representa los equipos que dispone esta Fragata.



1.2.2. Corbetas Misileras.- Son unidades de combate de fabricación italiana que cubren los tres tipos de guerra, superficie, aérea y submarina. La Armada posee seis Corbetas de este tipo las cuales se mencionan a continuación:

CM-11 Esmeraldas.

CM-12 Manabi.

CM-13 Los Rios.

CM-14 EL Oro.

CM-15 Galapagos.

CM-16 Loja.

1.2.2.1. CM-11 Esmeraldas.- En la tabla siguiente se describen los equipos a bordo que posee este buque.

EQUIPO		AÑO FABRICACION	MARCA	MODEL/ TIPO	POTENCIA	VOLTAJE	FASE	FRECUENCIA	RPM
1	GENERADOR ALTERNADOR 1	1980	DELCO	E 7370	300	450/225	3	60	1800
2	GENERADOR ALTERNADOR 2	1980	DELCO	E 7370	300	450/225	3	60	1800
3	GENERADOR ALTERNADOR 3	1980	DELCO	E 7370	300	450/225	3	60	1800

4	CONVERTIDOR 1 (MOTO GENERADOR)	1980	EURO CONTROL	060/G	25	440	3	400	3000
5	MOTOR DEL CONVERTIDOR	1981	EURO CONTROL	060/M	27	360	3	60	3000
6	CONVERTIDOR 2 (MOTO GENERADOR)	1980	EURO CONTROL	060/G	25	440	3	400	3000
7	MOTOR DEL CONVERTIDOR	1981	EURO CONTROL	060/M	27	360	3	60	3000
8	GENERADOR DE EMER.	1980	MECC ALTE	GSCE 2815 S/4	10	110/220 -A 91/45.5	2	60	1800
9	BOMBA AGUA REFRIGERAC. DEL SISTEMA RADAR RAN		ELECTRO ADDA	C 90 L	2 HP	440	3	60	1750
10	BOMBA C INCENDIO # 1		SOCIETA ITALIANA POMPE	P1216D6 /ES4R	43 HP	440 V 59 A	3	60	3460
11	BOMBA C INCENDIO # 2		SOCIETA ITALIANA POMPE	P1216D6 /ES4R	43 HP	440 V 59 A	3	60	3460
12	BOMBA DE AGUA DESTILADA EVAPORADORA		BROOK CROMPTON PARKINSON		370W	440 V	3	60	3400
13	BOMBA DE AGUA DULCE # 1	1980	ELECTRO ADDA	C90L	2 HP	440 V 3,2 A	3	60	1680
14	BOMBA DE AGUA DULCE # 2	1980	ELECTRO ADDA	C90L	2 HP	440 V 3,2 A	3	60	1680
15	BOMBA DE CIRCULACION DE AGUA CALIENTE	1980	ELECTRO ADDA	C 90 S	1,5 HP	440 V 1,84 A	3	60	1680
16	BOMBA DE CIRCULACION DE AGUA CALIENTE		ELECTRO ADDA	C 90L	3 HP	440 V 4,5 A	3	60	1750
17	BOMBA DE CIRCULACION DE AGUA DULCE DDAA		ERCOLE MARELLI	MV804A B5	0,5 HP	440 V 1,2 A	3	60	1660

18	BOMBA DE CIRCULACION DE AGUA DULCE DDAA DESTILADOR # 2		ERCOLE MARELLI	MV804A B5	0,5 HP	440 V 1,2 A	3	60	1660
19	BOMBA DE DESCARGA DE AGUAS NEGRAS # 1	1981	ELECTRO ADDA	FC 112M	2 HP	440 V 7,9 A	3	60	1680
20	BOMBA DE DESCARGA DE AGUAS NEGRAS # 2	1981	ELECTRO ADDA	FC 112M	2 HP	440 V 7,9 A	3	60	1680
21	BOMBA DE ESTABILIZADOR # 1	1980	ELECTRO ADDA	C200L	25 HP 18 KW	440V 31,5 A	3	60	1180
22	BOMBA DE ESTABILIZADOR # 2	1980	ELECTRO ADDA	C200L	25 HP 18 KW	440V 31,5 A	3	60	1180
23	BOMBA DE KEROSENE # 1	1980	ELECTRO ADDA	C132M	10 HP	440 V 14 A	3	60	1750
24	BOMBA DE KEROSENE # 2	1980	ELECTRO ADDA	C132M	10 HP	440 V 14 A	3	60	1750
25	BOMBA DE PRELUBRICACION # 1		HEINZ WELER EUTIN	DKK10014L BSP	4 HP	440 V 7,9 A	3	60	1430
26	BOMBA DE PRELUBRICACION # 2		HEINZ WELER EUTIN	DKK10014L BSP	4 HP	440 V 7,9 A	3	60	1430
27	BOMBA DE PRELUBRICACION # 3		HEINZ WELER EUTIN	DKK10014L BSP	4 HP	440 V 7,9 A	3	60	1430
28	BOMBA DE PRELUBRICACION # 4		HEINZ WELER EUTIN	DKK10014L BSP	4 HP	440 V 7,9 A	3	60	1430
29	BOMBA DE SENTINA # 1	1980	ELECTRO ADDA	FC 90L 1,5 KW	2 HP	440 V 2,95 A	3	60	1680
30	BOMBA DE SENTINA # 2	1980	ELECTRO ADDA	FC 90L 1,5 KW	2 HP	440 V 2,95 A	3	60	1680
31	BOMBA DE TRAS VASIJE COMBUSTIBLE	1981	ELECTRO ADDA	FC 100L	3 HP 2,2 KW	440V 4,5 A	3	60	1700

32	BOMBA DEL TIMON # 1	1979	ELECTRO ADDA	FCP 132M	5,5 HP	440 V 7,5 - 10,5 A	3	60	1720
33	BOMBA DEL TIMON # 2	1979	ELECTRO ADDA	FCP 132M	5,5 HP	440 V 7,5 - 10,5 A	3	60	1720
34	CABRESTANTE	1981	ELECTRO ADDA	FC 200 LFE /MM	18 HP	440 V 24,5 A	3	60	850 / 1150
35	CALENTADOR DE AGUA		ELECTRO ADDA		6 KW	440 V 7,9 A	3	60	
36	COMPRESOR DE AIRE # 1	1980	ELECTRO ADDA	C160M	15 HP 11KW	440V 20 A	3	60	1760
37	COMPRESOR DE AIRE # 2	1980	ELECTRO ADDA	C160M	15 HP 11KW	440V 20 A	3	60	1760
38	EXTRACTOR No 1 DE SALA DE MQ.	1981	ELECTRO ADDA	C132C	10 HP 7,5 KW	440V 14 A	3	60	1750
39	EXTRACTOR No 2 DE SALA DE MQ.	1981	ELECTRO ADDA	C132C	10HP 7,5 KW	440V 14 A	3	60	
40	EXTRACTOR No 3 DE SALA DE MQ.	1981	ELECTRO ADDA	C132C	10 HP 7,5 KW	440V 14 A	3	60	
41	EXTRACTOR No 4 DE SALA DE MQ.	1981	ELECTRO ADDA	C132C	10 HP 7,5 KW	440V 14 A	3	60	
42	EXTRACTOR E 1		ELECTRO ADDA	C 100L	4 HP	440 V 5,9 A	3	60	1700
43	EXTRACTOR E 2		ELECTRO ADDA	C 71	05 HP	440 V 1,05 A	3	60	1750
44	EXTRACTOR E 3		ELECTRO ADDA	C 100L	3 HP	440 V 4,5 A	3	60	1750
45	MOLINETE	1981	ELECTRO ADDA	FC 160 M / MM	5,5 HP 3,5 KW	440 V 9,8 A	3	60	875 / 1750

46	MOTOR DE BOMBA DE ACHIQUE PORTATIL SUMERGIBLE	1980	EMU- UNTERWASSERP UMPEN ITALIANA	U891-2/18	6,6KW	440	3	60	3400
47	MOTOR DE TRITURADORES DE DESPERDICIOS		ROMEO AUGUSTO	DISIPADOR	3 HP	115 V	3	60	
48	MOTOR DEL PORTA ALIMENTO		ELECTRO ADDA	C 80 B	1,2 HP	115 V	3	60	
49	MOTORES DE CLARAVISORES		CESARE SPEICH	EX / 2S		115 V		60	
50	MOTORES DE CONVERTIDORES	1981	EURO CONTROL	060 / M	27 KW	440 V	3	60	3000
51	MOTORES DE LIMPIA BRISAS		CESARE SPEICH	TERGICRIS TALLO		115 V		60	
52	PANEL DE CONTROL DE LA BOMBA DEL TIMON				5,5/8 HP	115 V	3	60	
53	PLANTA DE COMPENSACION MAGNETICA 1	1980	ELETTROMECCA NICA LECCHE	C 160 M	16 HP 11,8 KW	440 V 25,5 A	3	60	1760
54	PLANTA DE COMPENSACION MAGNETICA # 2	1980	ELETTROMECCA NICA LECCHESI	C 180 M	25 HP 18 KW	440 V 32 A	3	60	1750
55	PURIFICADOR DE KEROSENE	1980	ELECTRO ADDA	C100L	3 HP	440 V 4,2 A	3	60	1700
56	VENTILADOR # 1 DE SALA DE MQ.	1981	ELECTRO ADDA	C132M	7,5 HP 5,5 KW	440 V 10,5 A	3	60	1750
57	VENTILADOR # 2 DE SALA DE MQ.	1981	ELECTRO ADDA	C132M	7,5 HP 5,5 KW	440 V 10,5 A	3	60	
58	VENTILADOR # 3 DE SALA DE MQ.	1981	ELECTRO ADDA	C132M	7,5 HP 5,5 KW	440 V 10,5 A	3	60	
59	VENTILADOR # 4 DE SALA DE MQ.	1981	ELECTRO ADDA	C132M	7,5 HP 5,5 KW	440 V 10,5 A	3	60	1750

60	VENTILADOR V 1		ELECTRO ADDA	C 100L	3 HP	440 V 4,5 A	3	60	1750
61	VENTILADOR V 2		ELECTRO ADDA	C 90S	1,5 HP	440 V 2,45 A	3	60	1750
62	APLANDINA		GHISALBA SPA	N40 S	16 HP	440 V 21 A		60	115 V
63	BOMBA DE AGUA DE MAR DE EVAPORADORA		ALLENWEST BRIGHTON	SCI DIRECT.ON STARTER	FL 4	346/460 7 A	3	60	
64	BOMBA DE AGUA DULCE Refrigeración SIST. RADAR RAN		GHISALBA SPA	N25-S	2 HP	440 V 3,2 A		60	115 V
65	BOMBA DE AGUA REFRIGERADA		GHISALBA SPA	N40 S	12 HP	440 V 17 A		60	115 V
66	BOMBA DE C / I		GHISALBA SPA	N 100 S	43 HP	440 V 58 A		60	115 V
67	BOMBA DE CIRCULACION AGUA CALIENTE		GHISALBA SPA	N25-S	1,5 HP	440 V 1,84 A		60	115 V
68	BOMBA DE DESCARGA DE AGUAS NEGRAS		GHISALBA SPA	N25-S	5,5 HP	440 V 7,9 A		60	115 V
69	BOMBA DE DESTILACION .DE EVAPORADORA		ALLENWEST BRIGHTON	SCI DIRECT.ON STARTER	FL 0,87	346/460 V 1,53 A	3	60	
70	BOMBA DE KEROSENE		GHISALBA SPA	N25-S	10 HP	440 V 14 A		60	115 V
71	BOMBA DE PRELUBRICACION		GHISALBA SPA	N25-S	3,4 HP	440 V 7,9 A		60	115 V
72	BOMBA DE SENTINA		GHISALBA SPA	N25-S	2 HP	440 V 2,95 A		60	115 V
73	BOMBA DE TIMON		GHISALBA SPA	N 40 S	5,5 HP	440 V 7,5 A		60	115 V



CIB-ESPOL

74	BOMBA DE TRAS VASIJE COMBUSTIBLE		GHISALBA SPA	N25-S	3 HP	440 V 4,5 A		60	115
75	BOMBAS ESTABILIZADORES		GHISALBA SPA	N 50 S	25 HP	440 V 31,5 A		60	115 V
76	CABRESTANTE		CUTLER HAMMERR ITALIANA	N894	18 / 18 HP	440 V		60	
78	COMPRESORES DE AIRE		GHISALBA SPA	N 40-S	15 HP	440 V 20 A		60	115 V
79	EXTRACTOR E2, CL1 Y CL2		GHISALBA SPA	N25-S	0,5 HP	440 V 1,05 A		60	115 V
80	EXTRACTORES #4		GHISALBA SPA	N25-S	10 HP	440 V 14 AMP		60	115 V
81	MOLINETE		CUTLER HAMMERR ITALIANA	N 850	5,5 HP	440 V			
82	VENTILADOR V1		GHISALBA SPA	N25-S	13 HP	440 V 4,5 A		60	115 V
83	VENTILADOR V2		GHISALBA SPA	N25-S	1,5 HP	440 V 2,45 A		60	115 V
84	VENTILADORES #4		GHISALBA SPA	N25-S	7,5 HP	440 V 10,5 A		60	

TABLA 1.2. Listado de equipos a bordo de Corbetas Misileras.

Hay que anotar que existen 6 corbetas similares, con la misma cantidad y clase de motores eléctricos.

1.2.3. Lanchas Misileras.- Son unidades de combate de fabricación alemana, capaces de cubrir dos tipos de guerra, superficie y aérea. La Armada posee tres Lanchas las cuales se mencionan a continuación:

LM-21 Quito.

LM-22 Guayaquil.

LM-23 Cuenca.

1.2.3.1. LM-21 Quito.- En la siguiente tabla se mencionan los equipos a bordo de esta lancha misilera.

	EQUIPO	AÑO FABRICACION	MARCA	MODEL	POTENCIA	VOLTAJE (V)	FASE	FRECUENCIA (HZ)	RPM
1	GENERADOR IV (1)		MAGNAMAX	431RSL4005	135	450- 217 A	3	60	1800
2	GENERADOR V-1 C (2)		MAGNAMAX	431RSL4005	135	450- 217 A	3	60	1800
3	GENERADOR V-2 (3)		MAGNAMAX	431RSL4005	135	450- 217 A	3	60	1800
4	CONVERTIDOR 1		ANTON PILLER	FUA 25.3.2-6/40	15	120	2	395	1185
5	CONVERTIDOR 2		ANTON PILLER	FUA 25.3.2-6/40	15	120	2	395	1185
6	BOMBA DE COMBUSTIBLE				2,1 KW	440	3	60	
7	BOMBA DE LUBRICACION DE ACEITE				1,6 KW	440	3	60	
8	BOMBA DE PARTIDA O ARRANQUE				3,3 KW	440	3	60	
9	PRECALENTADOR DE ACEITE DE LA MAQUINA				3,0 KW	440	3	60	
10	PRECALENTADOR DE LA MAQUINA PRINCIPAL				18,5 KW	440	3	60	

11	TRANSFORMADOR 440 a 115v # 2		WILHEN ROHFDE	VG 88516	7,5 KW	440 115- 37.7	2	60	
12	TRANSFORMADOR 440 a 115v # 3		WILHEN ROHFDE	VG 88516	7,5 KW	440 115- 37.7	2	60	
13	MOTORES DE VENT. MAQ.		HEINZ WELER EUTIN	DSL X 90 /2L	2,5 KW	440-4,6A	3	60	3440
14	MOTORES DE EXTRAC. MAQ.		HEINZ WELER EUTIN	ZL IV/2	2,5 KW	440-4,5A	3	60	3440
15	CABRESTANTE DE PROA		HEINZ WELER EUTIN	YMAK 16	3,5 KW	440-7A	3	60	1700
16	BOMBA C.I. III		HEINZ WELER EUTIN	DVX 160- 2MK	12.5 KW	440-22A	3	60	3520
17	BOMBA C.I. IV		HEINZ WELER EUTIN	DVX 160- 2MK	12.5 KW	440-22A	3	60	3520
18	BOMBA C.I. V		HEINZ WELER EUTIN	DVX 160- 2MK	12.5 KW	440-22A	3	60	3520
19	BOMBA DE AGUA SALADA HIDROFONO				0,6 KW	440	3	60	
20	BOMBA DE AHUA DULCE HIDROFONO				0,6 KW	440	3	60	
21	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE CALOR				1 KW	440	3	60	
22	BOMBA DE AGUA SALADA				2,6 KW	440	3	60	
23	COMPRESOR 1				13 KW	440	3	60	
24	COMPRESOR 2				13 KW	440	3	60	
25	BOMBA DE AGUA SALADA DE ENFRIAMIENTO				5,2 KW	440	3	60	
26	UNIDAD DE COND. AIRE III				3,8 KW	440	3	60	
27	UNIDAD CON. AIRE VI				0,9 KW	440	3	60	

28	UNIDAD COND. AIRE IX				3,8 KW	440	3	60	
29	BOMBA DEL SERVO				5,5 KW	440	3	60	

TABLA 1.3. Listado de equipos a bordo de Lanchas Misileras.

Cabe indicar que se disponen de tres lanchas más con la misma cantidad y clase de motores.

1.2.4. Buques Auxiliares.- Son unidades que sirven de apoyo logístico a las bases navales y a las diferentes unidades de combates descritas anteriormente. La Armada posee cuatro buques auxiliares los cuales se mencionan a continuación:

RM- 70 Chimborazo.

TR- 63 Quisquis.

TR-62 Calicuchima.

TR- 61 Tanata.

1.2.4.1. RM-70 Chimborazo.- Esta unidad es un remolcador de altura de fabricación americana, que sirve para auxiliar y remolcando a cualquier unidad que lo requiera. A continuación se muestra una tabla con lo equipos a bordo de es esta unidad:

	EQUIPO	SERIE	MARCA	MODEL / TIPO	POTENCIA	VOLTAJE (V)	RPM	HP
1	MOTOR DIESEL # 1	91B506	CATERPILLAR	D 399/16 V CILINCROS		375 V DC	800- 1225	975
2	MOTOR DIESEL # 2	91B500	CATERPILLAR	D 399/16 V CILINCROS		375 V DC	800- 1225	975
3	MOTOR DIESEL # 3	91B494	CATERPILLAR	D 399/16 V CILINCROS		375 V DC	800- 1225	975
4	MOTOR DIESEL # 4	91B492	CATERPILLAR	D 399/16 V CILINCROS		375 V DC	800- 1225	975
5	GENERADOR DE PROPULSIÓN DC	85083790	GENERAL ELECTRIC	1899219 / MPC-8	610 KW.	375 V DC		
6	GENERADOR DE PROPULSIÓN DC	850083791	GENERAL ELECTRIC	1899219 / MPC-8	610 KW.	375 V DC		
7	GENERADOR DE PROPULSIÓN DC	85083792	GENERAL ELECTRIC	1899219 / MPC-8	610 KW.	375 V DC		
8	GENERADOR DE PROPULSIÓN DC	85083793	GENERAL ELECTRIC	1899219 / MPC-8	610 KW.	375 V DC		
9	04 EXITATRIZ		GENERAL ELECTRIC			70	350- 700	
10	04 ENFRIADOR DE AGUA SALADA		ALCO	1-21 818				
11	04 ENFRIADOR DE AGUA DULCE		ALCO					
12	04 BOMBAS ROTATIVAS DE ACEITE		TUTHIL				1800	
13	04 BOMBAS ROTATIVAS DE DIESEL		TUTHIL	2CN				
14	MOTOR PROPULSIÓN PRINCIPAL	15 501825	WESTINGHOUSE	ID5818P992 / DC DOBLE ARMADURA HG	3000 HP			

15	GENERADOR # 2	83205978	CATERPILLAR	3304 B			1200 - 1800	
16	GENERADOR # 3	83Z05974	CATERPILLAR	33004B			1200 - 1800	
17	GENERADOR DE EMERGENCIA LISTER	H9138/9	LISTER	KVA 3125 / SC 144 F		208/ 120	800	
18	GENERADOR DE EMERGENCIA ONAN	750982150	ONAN	MOTOR GENERADOR AUXILIAR / 30DJA-3CR		120/ 240 V AC	1800	1
19	COMPRESOR DE AIRE DE MEDIA	366731	INGERSOLL RAND	41 / T 30		230 V DC.		7.5 HP
20	COMPRESOR DE AIRE DE MEDIA	295744	QUINCY	325		230 V DC		
21	COMPRESOR DE AIRE DE BAJA	BN 1165	WORTHINGTON	BN		230 V DC		
22	COMPRESOR DE AIRE PORTÁTIL	908377	RONG LONG	STEG 0330		110- 220 AC.	1750	¼ HP
23	COMPRESORES DE AIRE DE MEDIA #1	15T2X15	INGERSOLL RAND	15T2X15		230		
24	COMPRESORES DE AIRE DE MEDIA #2	30T690763	INGERSOLL RAND	15T2X15		230		
25	SERVOMOTOR		MCK IRANTERY					
26	BOMBA FLUSHING # 1	30354	WORTINGTON	ID 2UB 1 / SK				13
27	BOMBA FLUSHING # 2	730357	WORTINGTON	ID 2UB 1 / SK			910- 1900	13
28	BOMBA DE AGUA DULCE N° 1	1149742	WORTHINGTON	ID-1-1-2DGS / 1 ½" DS			3500	2.5
29	BOMBA DE AGUA DULCE # 2	11449736	WORTHINGTON	ID-1-1-2DGS / 1 ½" DS			3500	2.5
30	BOMBA DE SALVATAGE # 1		WORTHINGTON	ID -5LC1 / SUCCION DOBLE	75.5 BHP		910- 1750	

31	BOMBA DE SALVATAGE # 2		WORTHINGTON	ID -5LC1	75.5 BHP		910-1750	
32	BOMBA DE TRANSF. DE COMBUST.(B2)		WORTHINGTON MARINE	ID -4GRS / 4GRS ROTARY	24.2 HP		485	
33	BOMBA DE TRASVASIJE (B1) # 1		WORTHINGTON	ID -3GAUN / 30 AUM	75.5 BHP		910-1750	
34	BOMBA PORTÁTIL (P 250) # 1	117013	HALE	P 250 / PORTÁTIL				
35	BOMBA PORTÁTIL (P 250) # 2	96B1589	HALE	P 250 / PORTATIL				
36	BOMBA SUMERGIBLE # 1	79419	PROSSER/EMPO	777H				10
37	BOMBA SUMERGIBLE # 2	0847933-0102	PROSSER/EMPO	9-81034-03 /				10
38	BOMBA DE ACEITE # 1		GOULDS PUMPS	IDFIG19425 1ZEGL / ENGRANAJ E			1150	
39	PURIFICADOR DE DIESEL	2992273	ALFA LAVAL	CENTRIFUG A/PURIFIC / 188324/ 4108-5		230 DC		
40	MOTOR ELECTRICO DEL MOLINETE DE POPA		WESTINGHOUSE	ID 51660507 / DN104F50-WAXTORO NG		230 DC	1500	25
41	CABRESTANTE DE PROA		SYMIGTON WAYNE	IDPW181				
42	MOTOR DEL CABRESTANTE		WESTINGHOUSE ELECTRIC	ID4505B590 6 /		230 DC	750	35
43	GENERADOR DEL TOWING	N-3809-T21	RELIANCE ELECTRIC	T DC MOTOR		230 DC	1750	93.6
44	MOTOR ELECTRICO DE LA MQ. DE SOLDAR	A516675	WESTINGHOUSE	5147 / DC MOTOR DRIVEN		230 DC	1800	
45	MOTOR ELECT. DE BOMBA DE AGUA SERVIDAS N°1	DK 1-793DK	GENERAL ELECTRIC	5CD256E10 90/ CD256AC4		230 DC		
46	MOTOR ELECTRICO DE BOMBA DE AGUA SERVIDA N°2	DK1-796DK	GENERAL ELECTRIC	5CD256E10 90 / CD256AC4		230D C		

47	MOTOR ELECT. DE BOMBA DEL SERVOMOTOR N°1	2992273753B 6184	WESTINGHOUSE	ID 50386184 / SK	230 DC	850	10
48	MOTOR ELECT. DE BOMBA DEL SERVOMOTOR N°2	11053B6183	WESTINGHOUSE	ID50386184 / SK	230 DC	850	10
49	MOTOR ELECT. DE LA BOMBA DE SALVATAJE N°1	23-5-36108	WESTINGHOUSE	ID-503B6-108 / MOTOR DC-SK	230 DC		82.6
50	MOTOR ELECTRICICO DE LA BOMBA DE SALVATAJE N°2	23-5-36109	WESTINGHOUSE	ID-503B6-108 / MOTOR DC-SK	230 DC		82.6
51	MOTOR ELECTRICICO DE LA BOMBA FLUSHING N°1	140464872	WESTINGHOUSE	ID-503B6-100 / SK-2UB1 CENTRIFUG A	230 DC		27.1
52	MOTOR ELECTRICICO DE LA BOMBA FLUSHING N°2	140464873	WESTINGHOUSE	ID-503B6-100 / SK-2UB1 CENTRIFUG	230 DC		27.1
53	MOTOR ELECTRICICO DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA		WESTINGHOUSE	ID-SR59362 / SK-FRS111	230 DC		24.2
54	MOTOR ELECTRICICO DE LA BOMBA DE TRASVASIJE		WESTINGHOUSE ELECTRIC	ID-503B6-134 / SK-FR284	230 DC		1.19
55	MOTOR ELECT. DE LA BOMBA DEL PURIF. DE DIESEL	2992275	GENERAL ELECTRIC	ID-5B204A1713	230 DC	3450	½
56	MOTOR ELECT. DE LA BOMBA DE ACEITE	788818	SIEMENS			1700	½
57	MOTOALTERNADOR (DC) N°1	30L3754	ELECTRONIC SPECIALY. CO		230 DC	1800	50
58	MOTOALTERNADOR (DC) N°2	19L3754	ELECTRONIC SPECIALY. CO		230 DC	1800	50
59	MOTOALTERNADOR (AC) N°1	108L3754	ELECTRONIC SPECIALY. CO		450 AC	1800	
60	MOTOALTERNADOR (AC) N°2	186L3754	ELECTRONIC SPECIALY. CO			1800	
61	MOTOR ELECT. DE LA PLANTA FRIGORIFICA N°1		MARATHON ELECTRIC	W184TTRS8 226AL / TFS	230/ 460 AC	1735	
62	MOTOR ELECT. DE LA PLANTA FRIGORIFICA N°2		MARATHON ELECTRIC	W184TTRS8 226AL / TFS	230/ 460 AC	1735	

63	RECTIFICADOR DE CORRIENTE	1078609	RAPID ELECTRIC		460			
64	TRANSFORMADOR REDUCTOR (440AC/ 220)	3446230	ALLIS SHALMERS MANUFACTURING	NBA				
65	TRANSFORMADOR REDUCTOR (440AC/ 220)	3446233	ALLIS SHALMERS MANUFACTURING	NBA				
66	TRANSFORMADOR REDUCTOR (440AC/ 220)	3446273	ALLIS SHALMERS MANUFACTURING	NBA				
67	TRANSFORMADOR ELEVADOR	TRT45K-01-0201	EXXEL 45KA					
68	MOTOR ELECTRICO DE BOMBA DE AGUA DULCE N°1	213B6186	WESTINGHOUSE	ID-503BB128 / SK1B8743	230	3500	2.5	
69	MOTOR ELECTRICO DE BOMBA DE AGUA DULCE N°2	34-4B8743	WESTINGHOUSE	ID-503BB128 / SK1B8743	230	3500	2.5	

TABLA 1.4. Listado de equipos a bordo del RM-70 Chimborazo.

1.2.4.2. TR-63 Quisquis.- Esta unidad es un tanquero de agua con una capacidad de 80000 galones, de fabricación inglesa el cual brinda su contribución en las maniobras de las unidades navales operativas, satisfaciéndolas del líquido vital. A continuación se muestra la siguiente tabla con lo equipos a bordo de esta unidad.

	EQUIPO	AÑO FABRICACION	MARCA	MODEL/ TIPO	POTENCIA	VOLTAJE	FRECUENCIA	FASE	RPM
1	GENERADOR 1		FODEN		256	220 DC		2	1500
2	GENERADOR 2		CATERPILLAR	3304B	107	440	60	3	1800

3	GENERADOR 3		PERKINS		157	220 DC	60	2	
4	GENERADOR DE EMER.		CRAFTSMAN	580,32718	15 HP	120 / 240	60		3600
5	MOTORES DE VENT.				1.31 HP				
6	MOTORES DE EXTRA.				1.31 HP				
7	CABRESTANTES		HARRIZON		8 HP				
8	MOLINETE DE POPA								
9	BOMBA C. I.		SCOTTMOTOR		11 HP				200
10	BOMBA ACHIQUE	1965	SCOTTMOTOR		3 HP	220 DC	60		2000
11	BOMBA SUMERGIBLE # 1		PROSSER		10 HP	440 AC			2000
12	BOMBA SUMERGIBLE # 2		PROSSER	9-50134-03	5 HP	440 AC			
13	BOMBA DE ACEITE DEL REVERSIBLE		SCOTT/ALVAN NI	L112 -18/F37 A 420	7,5	220 DC	60		1500
14	BOMBA DE PRELUBRICACION		CROMPTON PARKINSON	ELECTROMECHANICA	8,5	220 DC	60		1500
15	BOMBA DE AGUA DULCE # 1		TUSCAN	ELECTROMECHANICA	1,5	220 DC	60		1425
16	BOMBA DE AGUA DULCE # 2		FW	ELECTROMECHANICA	1/2 HP	110 AC	60		3450
17	BOMBA CARGO # 01		HUGH J. SCOTT	ELECTROMECHANICA	45	220 DC	60		2000
18	BOMBA CARGO # 02		HUGH J. SCOTT	ELECTROMECHANICA	46	220 DC	60		2000
19	BOMBA CARGO # 03		HUGH J. SCOTT	ELECTROMECHANICA	47	220 DC	60		2000



20	BOMBA COMBUSTIBLE		BALDOR	ELÉCTRICA	5,7	220 DC	60		3450
21	ELECTRO COMPRESOR (ESTACIONARIO)		SCOTT	K 4 A	4	220 DC			1450
22	ELECTRO COMPRESOR (PORTATIL)		DOERR	VS400107AJ	15	120 AC	60		
23	SUBSISTEMA DE GOBIERNO HIDRÁULICO		HUGH J. SCOTT	ELECTROHIDRÁULIC	7	220 DC	60		1400
24	EQUIPO DE SOLDADURA		LINCOLN ELECTRIC	AC - 225		440 AC			

TABLA 1.5. Listado de equipos a bordo del TR-63 Quisquis.

1.2.4.3. TR-62 Calicuchima.- Esta unidad es un transportador de fabricación inglesa que lleva todo tipo de materiales, abastecimientos y pertrechos para las bases navales en especial en la región insular. A continuación se muestra la tabla con los equipos que dispone dicha unidad:

	EQUIPO	AÑO FABRICACION	MARCA	MODEL/ TIPO	POTENCIA KW	VOLTAJE	FRECUENCIA	FASE	RPM
1	GENERADOR 1 AC		PAXMAN	1064-7002	250	440/220	60	3	1200
2	GENERADOR 2 AC		DETROIT DIESEL	1043-7005	250	440/220	60	3	1800

3	GENERADOR 3 AC	PAXMAN	1033-7005	250	440/220	60	3	1200
4	GENERADOR 4 AC	OLYMPIAN	1043-7005	125	440	60	3	1800
5	BOMBA CONTRA INCENDIO	WORTHINGTO N-SIMPSON Ltd	65 MT 200	45	440	60	3	3500
6	BOMBA SERVICIO GENERAL (GEN)	BROOKS MOTORS			440	60	3	1720
7	BOMBA SERVICIO GENERAL (MQS)	BROOKS MOTORS			440	60	3	3520
8	MOTO BOMBA C/I (PROA)	PERKINS ENGINES Ltd	CX4 DRI-PRIME	65B HP	MANU AL	60	3	2100
9	BBA SUMERGIBLE N°1 440V	PROSSER			440	60	3	
10	BBA SUMERGIBLE N°2 220V	FLYGT OVERSEAS	IEC 34-1	2,7	220	60	3	3405
11	BBA SUMERGIBLE N°3 440V	PROSSER			440	60	3	
12	ELECTROCOMPRESO	WORTHINGTO N-SIMPSON Ltd	FTV 36D	10 HP	440	60	3	1160
13	MOTO COMPRESOR	LISTER DISSEL	ST2MA(AI RCOOLE D)	12B HP	0	0	0	1500
14	BOMBA SANITARIA	EMERSON	1-M-90-C-Z	4 HP	440V 20 A	60	3	3420
15	COMPRESOR No 1 Bb	BROOK CROMPTON PARKINSON	D 200 I	30 HP	440	60	3	1170
16	COMPRESOR No 2 Eb	BROOK CROMPTON PARKINSON	D 200 I	31 HP	440	60	3	1170
17	EXTRACCIÓN SALA DE COMPRESORES	WOODS OF COLCHESTER	0	1,8 HP	440	60	3	3460
18	EXTRACCIÓN SALA DE GENERADORES	WOODS OF COLCHESTER	0	1,8 HP	440	60	3	3460
19	EXTRACCIÓN SALA DE MAQUINAS	WOODS OF COLCHESTER	04L2	1,8 HP	440	60	3	3460
20	EXTRACCIÓN PAÑOL DE PINTURAS	BROOK CROMPTON PARKINSON	0	1/2 HP	440	60	3	1700
21	EXTRACCIÓN COCINA	WESTING HOUSE		1,5 HP	440	60	3	1200
22	MOTOR DE LOS ATUS	BROOK MOTORS Ltd	0	3KW	440	60	3	1700
23	BOMBA AGUA DE MAR PLANTA A/A	BROOK CROMPTON PARKINSON Ltda	2D4	3 KW	440	60	3	3500
24	BOMBA AGUA DULCE PLANTA A/A	BROOK CROMPTON PARKINSON	D200L	22K W	440	60	3	1160

25	BBA TRASVASIJE COMB N°1		BROOK MOTORS Ltd	D90L	2,2 KW	440	60	3	1750
26	BBA TRASVASIJE COMB N°2		BROOK MOTORS Ltd	D90L	2,2 KW	440	60	3	1750
27	BBA AGUA DULCE		BROOK CROMPTON PARKINSON	J3D/150	1,5 HP	440	60	3	3500
28	BBA SERVO MOTOR		ALPAK INDUCTION MOTOR	D132M	6,7 KW	440	60	3	1730
29	MOTOR DE FRIGORIFICO		BROOK CROMPTON PARKINSON Ltda	C160MD	0,75 KW	440	60	3	1700
30	MOLINETE		HOWELLS STANDWAY	FC 160 M / MM	5,5 HP 3,5 KW	440 V 9,8 A	60	3	875 / 1750

TABLA 1.6. Listado de equipos a bordo del TR-62 Calicuchima.

1.2.4.4. TR-61 Tanata.- Esta unidad es un tanquero de agua con una capacidad de 286000 galones, de fabricación americana el cual brinda su contribución en las maniobras de las unidades navales operativas, satisfaciéndolas del líquido vital. A continuación se muestra la siguiente tabla con lo equipos a bordo de esta unidad.

	EQUIPO	AÑO FABRICACION	MARCA	MODEL/ TIPO	POTENCIA KW	VOLTAJE	FRECUENCIA	FASE	RPM
1	GENERADOR 1 DC		DETROIT DIESEL	1064-7002	60	440/220	60	3	1200
2	GENERADOR 2 AC		DETROIT DIESEL	1043-7005	75	440/220	60	3	1800
3	GENERADOR 3 AC		DETROIT DIESEL	1033-7005	30	440/220	60	3	1200
4	GENERADOR 4 AC		DETROIT DIESEL	1043-7005	125	440	60	3	1800

5	CABLE DE GEN 1				440 /500 A	60	3	
6	CABLE DE GEN 2				440 /300 A	60	3	
7	CABLE DE GEN 3				440 /50 A	60	3	
8	CABLE DE PODER DE TIERRA				440/ 600 A	60	3	
9	COCINA	GARLAND			440	60	3	
10	BOMBA C/I Y ACHIQUE No 1	BALDOR		20 HP	230/460	60	3	1750
11	BOMBA C/I Y ACHIQUE No 2	DUTTY MASTER		20 HP	230/460	60	3	1755
12	BOMBA DE ACHIQUE	SIEMENS	190-2Y 1370	9 HP	220/440	60	3	3520
13	BOMBA DE ACHIQUE PORTÁTIL	GOULDS	W31034H	1 HP	440	60	3	3450
14	BOMBA SUMERGIBLE	WACKER	PS3-1503	2 HP	440 V 3,2 A	60	3	1680
15	BOMBA SUMERGIBLE No 2	PROSSER	9501134-03	5 HP	440 V 3,2 A	60	3	3450
16	BOMBA DE CIRCULACIÓN DE AGUA	LISTER	4518HR3A27		440 V 1,84 A	60	3	1800
17	BOMBA DE AGUA	MWM	D-32513	41 HP	440 V 4,25 A	60	3	2400
18	BOMBA DE COMBUSTIBLE	BALDOR	T001413		1156/230	60	3	3450
19	BOMBA DE AGUA DULCE	FRANKLIN ELECTRIC	4103032413	1 HP	115/220	60	3	3450
20	BOMBA DE AGUA AUX.	WEG	20813472	3 HP	220/440	60	3	3450

21	CABRESTANTE		IMPERIAL ELECTRIC	152818	15 HP	120 DC			1800
22	BOMBA SANITARIA		ASEA	1-M-90-C-Z	4 HP	440V 20 A	60	3	3420
23	COMPRESOR No 1		INGERSOL RAN	15T2	15 HP	440/220			1750
24	COMPRESOR No 2		INGERSOL RAN	7T2	15 HP	440	60	3	1760
25	EXTRACCIÓN GENERAL		WESTING HOUSE		1,5 HP	440	60	3	
26	EXTRACCIÓN COCINA		WESTING HOUSE		1,5 HP	220/440	60	3	1200
27	MOLINETE	1981	ELECTRO ADDA	FC 160 M / MM	5,5 HP 3,5 KW	440 V 9,8 A	60	3	875 / 1750

TABLA 1.7. Listado de equipos a bordo del TR-61 Tanata.

1.3. Datos estadísticos.

Según el levantamiento de datos obtenidos, se pudo conocer el número de motores que han presentado fallas, en cada una de las unidades de la Escuadra Naval desde el año 2003 hasta el año 2006, logrando de esta manera tener una base estadística, la misma que permitirá suponer la demanda existente, la cual será señalada en el capítulo cuatro, por lo cual se lo ha dividido en los siguientes ítems:

Fragatas misileras.

Corbetas misileras.

Lanchas misileras.

Buques Auxiliares.



CIB -ESPOL

1.3.1. Fragatas misileras.- Se debe tener en cuenta que las Fragatas que dispone la Escuadra Naval son dos, por lo que los datos obtenidos hacen a referencia a las dos juntas, especificando en cada uno de los años investigado.

Número de motores vs fallas.

Número de motores vs reparación.

Número de motores vs operativos.

1.3.1.1. Número de motores vs fallas.- Dentro del análisis de fallas de las Fragatas tenemos la siguiente información:

AÑO 2003	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
200	21

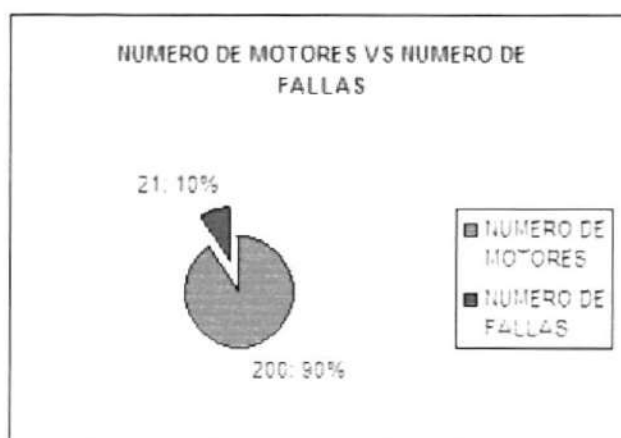


FIGURA 1.2. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2003.

AÑO 2004	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
200	17

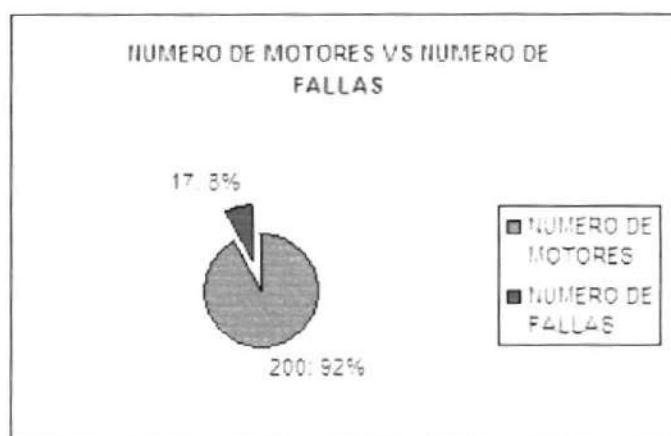


FIGURA 1.3. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2004.

AÑO 2005	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
200	26



FIGURA 1.4. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2005.

AÑO 2006	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
200	16

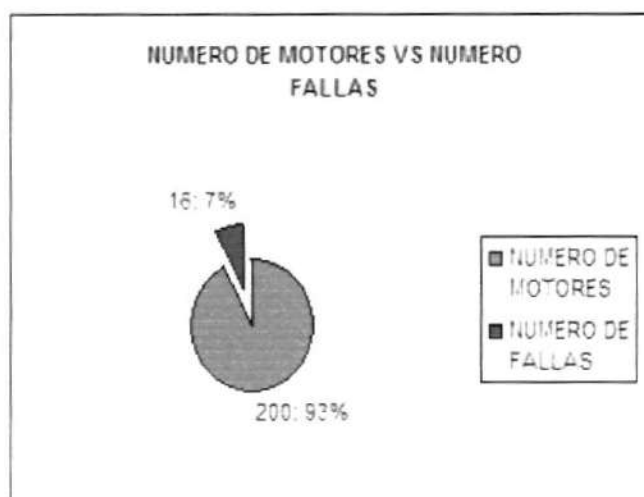


FIGURA 1.5. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2006.

1.3.1.2. Número de motores vs reparación.- En el levantamiento de estos datos se detectó que una buena mayoría de los motores eléctricos respecto a la reparación se designa a talleres civiles, además se puede constatar que en un 80%, la reparación realizada es satisfactoria, teniendo que indicar que no existe un informe de cada uno de los trabajos que se han efectuado en relación a parámetros de funcionamiento de prueba de los diferentes motores.

1.3.1.3. Número de reparación vs operativos.- Dentro del 80% de motores que han sido reparados se pudo verificar que estos están operativos, comprobándose con el informe de ingeniería mensual, que es elaborado por

el departamento correspondiente y enviado a la Dirección General del Material para el respectivo registro.

1.3.2. Corbetas Misileras.- Se debe tener en cuenta que las corbetas misileras que dispone la Escuadra Naval son seis, por lo que los datos obtenidos hacen a referencia a todas ellas especificados en cada uno de los años investigado.

1.3.2.1. Número de motores vs fallas

AÑO 2003	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
300	90

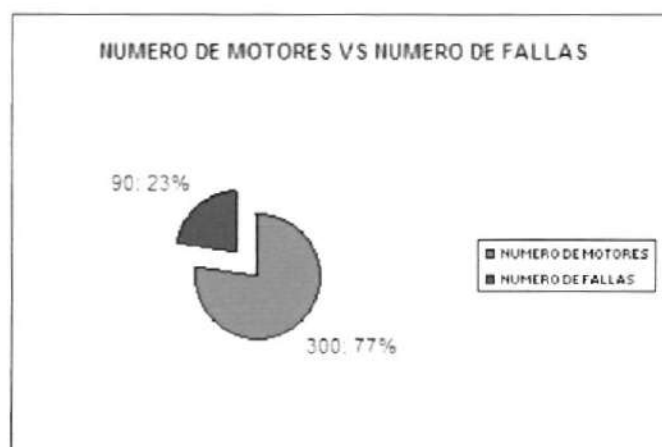


FIGURA 1.6. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2003.

AÑO 2004	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
300	120

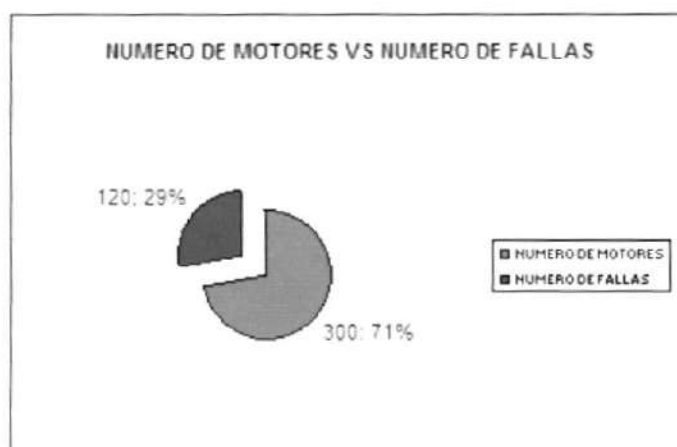


FIGURA 1.7. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2004.

AÑO 2005	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
300	150

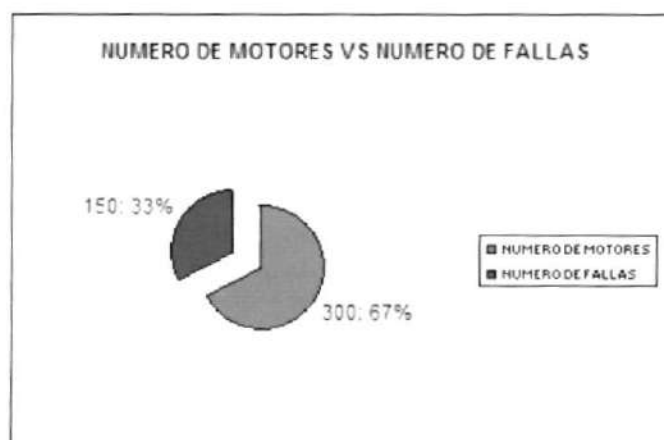


FIGURA 1.8. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2005.



CIB - ESPOL

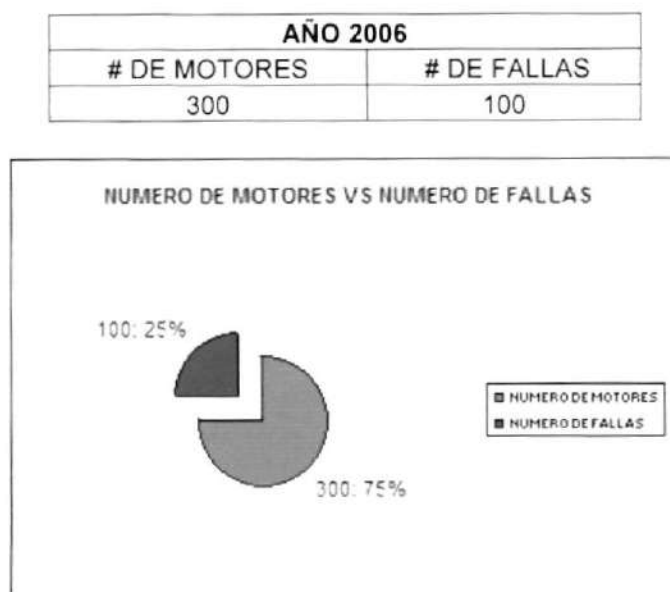


FIGURA 1.9. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2006.

1.3.2.2. Número de motores vs reparación.- No se pudo realizar este levantamiento de datos vista, vista no existe un registro formal que indique la relación de numero de motores con respecto al número de motores que han sido reparados.

1.3.2.3. Número de reparación vs operativos.- De igual manera que el numeral anterior no hay como medir esta reparación vista no hay datos para medir la relación verdadera entre numero de motores reparados frente a numero de motores operativos, simplemente existe los informes mensuales de Ingeniería en los cuales se registran la operatividad del equipo.

1.3.3. Lanchas misileras.- Se debe tener en cuenta que las lanchas misileras que dispone la Escuadra Naval son tres, por lo que los datos obtenidos hacen a referencia a todas ellas especificados en cada uno de los años consultados.

1.3.3.1. Número de motores vs fallas

AÑO 2003	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
200	21

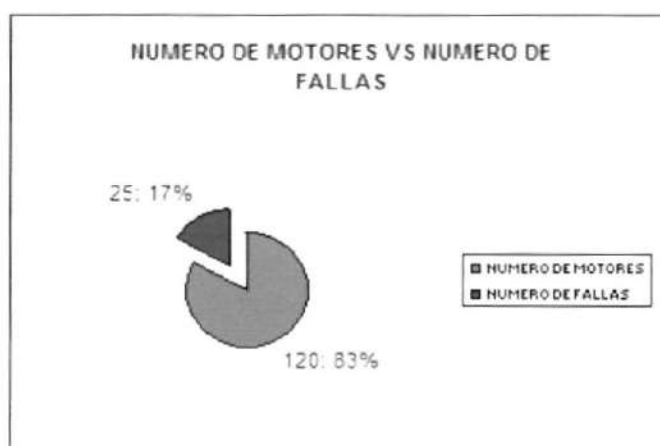


FIGURA 1.10. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2003.

AÑO 2004	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
200	17

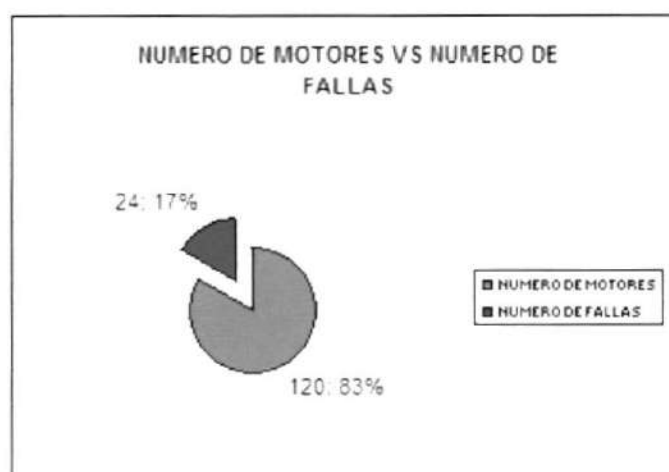


FIGURA 1.11. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2004.

AÑO 2005	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
120	16

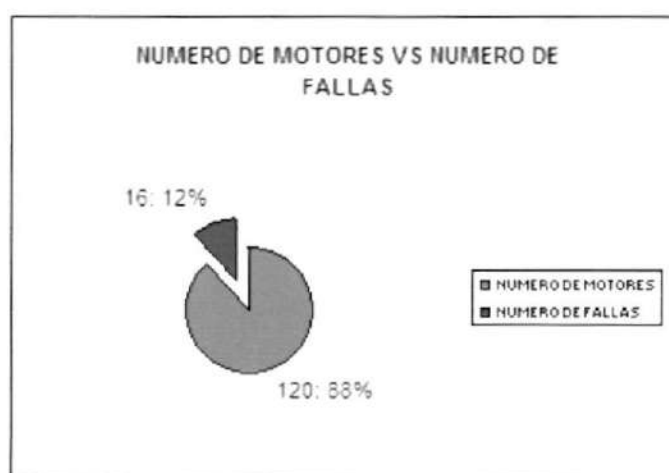


FIGURA 1.12. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2005.

AÑO 2006	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
120	47

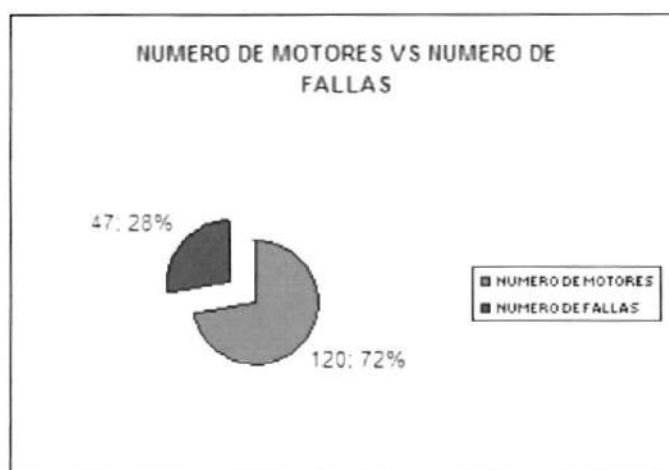


FIGURA 1.13. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2006.

1.3.3.2. Número de motores vs reparación.- No se dispone de esta información ya que no se dispone de esta información que debería ser centralizada para fácil acceso y un mejor control.

1.3.3.3. Número de reparación vs operativos.- Basándonos en los informes respectivos de Ingeniería mensuales se puede apreciar que la operatividad de los motores de las unidades están operativas en casi un 90%, entendiéndose que las reparaciones han sido efectivas, bien hayan sido realizadas por ASTINAVE, Maestranza, o talleres civiles que han sido asignados los trabajos.

1.3.4. Buques Auxiliares.- Son cuatro unidades que conforman el Escuadrón de Auxiliares y cada uno de ellos es completamente diferente a otro, por lo que los datos son obtenidos independientemente para cada buque.

1.3.4.1. Número de motores vs fallas.-

AÑO 2003	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
120	41

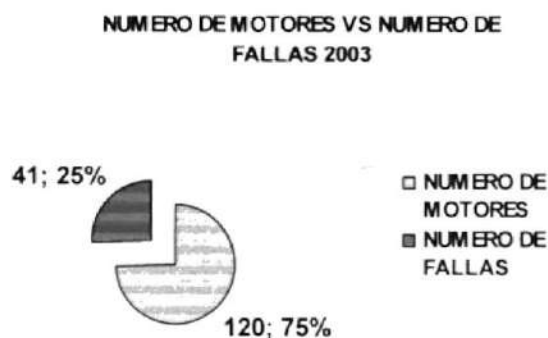


FIGURA 1.14. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2003.

AÑO 2004	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
120	31

NUMERO DE MOTORES VS NUMERO DE FALLAS 2004

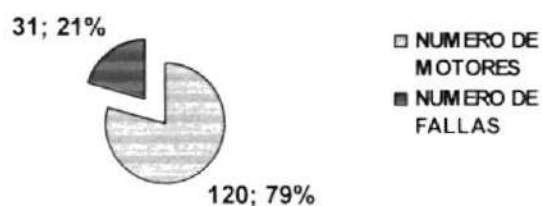


FIGURA 1.15. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2004.

AÑO 2005	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
120	29

NUMERO DE MOTORES VS NUMERO DE FALLAS 2005

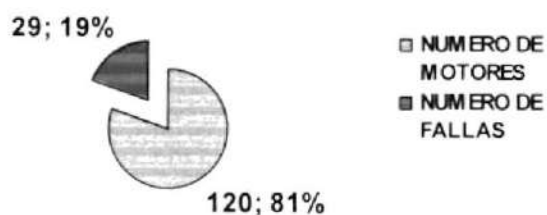


FIGURA 1.16. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2005.

AÑO 2006	
# DE MOTORES	# DE FALLAS
120	41

NUMERO DE MOTORES VS NUMERO DE FALLAS 2006

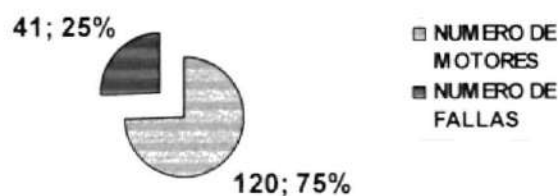


FIGURA 1.17. Gráfico # de motores vs # de fallas en 2006.

1.3.4.2. Número de motores vs reparación.- No se dispone de esta información ya que no se dispone de esta información que debería ser centralizada para fácil acceso y un mejor control.

1.3.4.3. Número de reparación vs operativos.- Basándonos en los informes respectivos de Ingeniería mensuales se puede apreciar que la operatividad de los motores de las unidades se encuentra en casi un 80%, entendiéndose que las reparaciones han sido efectivas, notándose como en las otras unidades que los motores o equipos son reparados por talleres civiles.

CAPITULO II.

DOCUMENTACION Y ELABORACION DEL PREDISEÑO.

2.1. Tipos de Espacios.

Para tener una idea global del desarrollo de las actividades, equipos y herramientas que se utilizan, tenemos que encontrar tipos de espacios precisos que nos ayuden a un entendimiento de la constitución de todo el laboratorio, en esta etapa del prediseño.

Los tipos de espacios son muy importantes ya que van a delimitar al laboratorio en su parte física, a mas de clasificar las tareas a realizarse en cada área, dando ideas preliminares de cómo será el proceso de trabajo en el laboratorio y así, buscar la mejor localización de cada tipo de espacio dentro del mismo, considerando siempre la optimización del tiempo en las tareas a realizarse y analizando la atención al cliente, ensayos, mantenimientos, flujo de maquinaria y flujo del personal.

Para deducir los tipos de espacios precisos, nos hemos valido de investigaciones, experiencias vividas y tareas a realizarse en el laboratorio.

A continuación se mencionan los tipos de espacios:

Espacio administrativo.

Espacio de ensayos.

Espacio donde se realizan los mantenimientos y reparaciones.

Espacio de recepción de máquinas.

Espacio de uso múltiple.

Espacio de almacén.

2.1.1. Espacio Administrativo.- Este primer tipo de espacio se encarga de la atención al cliente, cobranzas, contabilidad, conferencias, registros de contratos, clientes, por ello para una comprensión mejor lo desglosamos en los siguientes espacios:

Espacio para trabajo en computadora.

Espacio para trabajo en escritorio.

Espacio para conferencias.

Espacio para recepción.

2.1.1.1. Espacio para trabajo en computadora.- La computadora será la herramienta encargada de registros contables, registros de contratos ya sea para un ensayo o mantenimiento y la del registro de personas o empresas

que contratan los servicios del laboratorio, almacenados en un software de base de datos diariamente actualizado que estará ubicada en la recepción.

Por otro lado se incluye una sala de cómputo donde constará de dos computadoras, una para realizar los informes de los resultados en los ensayos y la otra funcionará como servidor para el enlace de una sencilla red de tipo wan y para la manutención de una página web del laboratorio en internet. Este espacio también funcionará como sala de investigación para mantenerse a la vanguardia de los avances tecnológicos.

2.1.1.2. Espacio para trabajo en escritorio.- Para poner una computadora se necesita un mueble por ello este tipo de espacio se lo tomó en cuenta, ya que sirve de apoyo de la PC y otras necesidades como teléfono, bandejas de recepción de correspondencia, memos etc., con lo cual se complementa la recepción y la sala de computo.

2.1.1.3. Espacio para conferencias.- Se ha destacado este espacio de esta forma, porque el objetivo es demostrarle al cliente la garantía del trabajo que se le brinda, teniendo así la posibilidad de analizar y discutir cualquier problema relacionado con el ensayo. Además a este espacio se lo puede utilizar como sala de reuniones y para dar charlas de carácter estudiantil o profesional.

2.1.1.4. Espacio para recepción.- La recepción es un espacio que relaciona la atención al cliente, lo cual es algo muy importante, ya que brindando un buen trato con educación y cortesía, se gana la confianza del mismo, a más de contar con una sala de estar para el confort del cliente a la hora de esperar, creando un ambiente amigable y dando una buena perspectiva de seriedad y compromiso en el trabajo.

Por lo tanto el área administrativa contará con una persona que atenderá la recepción, es decir, manejará la atención al cliente y manejará la computadora con las obligaciones anteriormente mencionadas.

2.1.2. Espacio de ensayos.- Este tipo de espacio forma parte de la columna vertebral del laboratorio y comprende todo lo necesario desde equipos hasta los bancos de trabajo para la realización de los ensayos por ello necesitamos un espacio estratégico para poder realizar los mismos.

2.1.2.1. Espacio donde se realizan los ensayos a los motores.- Este espacio consta de dos áreas muy relacionadas entre sí, las cuales conforman el control y la ejecución de los ensayos teniendo como personal por cada prueba a un ingeniero y a uno o dos ayudantes. Estos espacios son:

Espacio para los bancos de trabajo.

Espacio para los equipos de ensayo.

Espacio para los bancos de trabajo.- Este espacio es donde se instalarán los bancos de trabajo, los cuales son las consolas, encargadas de controlar al equipo que realiza el ensayo, que ayudará al objetivo primordial, que es la obtención de información acerca de mediciones de los parámetros en los motores a ensayar.

Espacio para los equipos de ensayo.- Este espacio es escogido específicamente solo para el equipo que se encarga de ejercer en el motor los disturbios necesarios para obtener todos los parámetros que se requieren, para llegar a una conclusión acertada del estado de la máquina, contando siempre con la ayuda de equipos de medición.

Cabe destacar que el equipo indispensable para la realización de los ensayos, es el freno dinamométrico.

2.1.3. Espacio donde se realizan los mantenimientos y reparaciones.-

Luego del análisis de la información obtenida en el ensayo realizado, se da un diagnóstico de la máquina en prueba y se decide si amerita una reparación o un mantenimiento. En ese caso se transporta la máquina hacia la sala de mantenimiento donde se le realizará los debidos arreglos para luego realizar los ensayos de verificación a la máquina.

Esta sala estará equipada con las herramientas y equipos necesarios de un taller, a más de una distribución eléctrica para pruebas sencillas de las máquinas a reparar.



2.1.4. Espacio de recepción de máquinas.- Este tipo de espacio es catalogado de esta forma porque aquí es donde se receptara a la máquina, donde se hará una inspección visual y se tomará los datos de placa complementando así la información ya tomada por la recepción, es decir el contrato del servicio y la persona quien lo contrató, para luego de esto saber qué ensayos se le realizará a la máquina y transportarla hacia el área de ensayo donde se lo acoplará con el freno dinamométrico.

Cabe resaltar que para el transporte de esta o cualquier máquina se escogió una grúa eléctrica de desplazamiento horizontal y vertical por su facilidad de manejo.

2.1.5. Espacio de uso múltiple.- Este tipo de espacio es llamado así porque comprende áreas que tiene que ver con satisfacer necesidades básicas de la persona. Por ello se lo ha dividido en los siguientes espacios:

Espacio de higiene.

Espacio de comedor.

2.1.5.1. Espacio de higiene.- Una de las necesidades más importantes que tiene una persona, es la del aseo a mas de las naturales claro está, por ello y como en todo lugar, vamos a considerar un baño para hombres y un baño para mujeres con su respectiva tasa de servicio y lavamanos.

2.1.5.2. Espacio de comedor.- Otra necesidad básica es la de satisfacer el hambre y esto se justifica, debido a que existen ensayos que pueden durar mas de seis horas. Por lo cual este espacio estará conformado por mesas, sillas, una pequeña cocina con estufa, una cafetera y una estantería.

2.1.6. Espacio de Almacén.- Este tipo de espacio describen los lugares donde se guardaran las diferentes herramientas, equipos y demás utensilios que se llegasen a necesitar en el laboratorio por ello vamos a clasificarlos en los siguientes espacios.

Espacio de gabinete de equipos de medición.

Espacio de gabinete de herramientas.

Espacio de gabinetes de utilitarios.

2.1.6.1. Espacio de gabinete de equipos de medición.- Este espacio será ocupado por una repisa, donde, el tamaño será de acuerdo al tipo y cantidad de equipos que se albergaran en él. Una buena aproximación para el tamaño del gabinete será de 2 metros de altura por 1.5 metros de ancho dividido internamente en cuatro compartimientos. Su ubicación será en la sala de control.

2.1.6.2. Espacio de gabinete de herramientas.- Este espacio es un gabinete pequeño donde se alojaran todas las herramientas necesarias para

el mantenimiento y reparación de las máquinas. Su ubicación será en la sala de mantenimiento.

2.1.6.3. Espacio de gabinete de utilitarios.- Este espacio es una ayuda para complementar a otros espacios, siempre existe algo que se desea guardar o archivar, como por ejemplo acoples, que son accesorios del freno dinamométrico, archiveros, llamados simplemente archivos etc.

Teniendo los espacios identificados y definidos se muestra a continuación tres planos, donde se puede observar como se ha ido jugado con la distribución de espacios hasta encontrar la mejor opción, tomando como condición preponderante la optimización del tiempo en los trabajos.

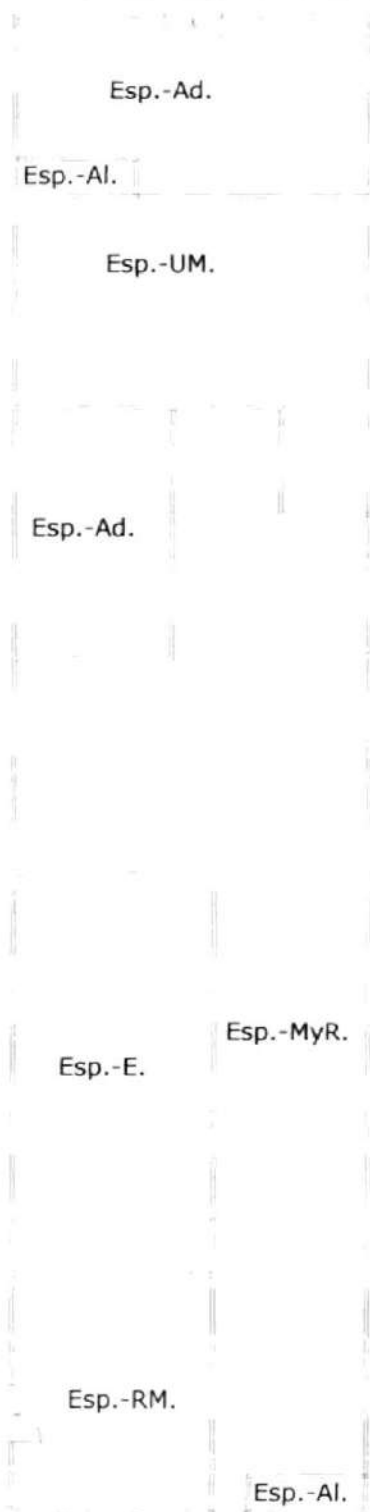
PLANO DE LA PRIMERA DISTRIBUCION DE ESPACIOS.



Esp.-Ad.: Espacio Administrativo
 Esp.-Al.: Espacio de Almacén
 Esp.-UM.: Espacio Uso múltiple
 Esp.-E.: Espacio de Ensayos
 Esp.-MyR.: Espacio Mantenimiento y Reparación
 Esp.-RM.: Espacio Recepción de Máquinas

PLANO 2.1.

PLANO DE LA SEGUNDA DISTRIBUCION DE ESPACIOS.

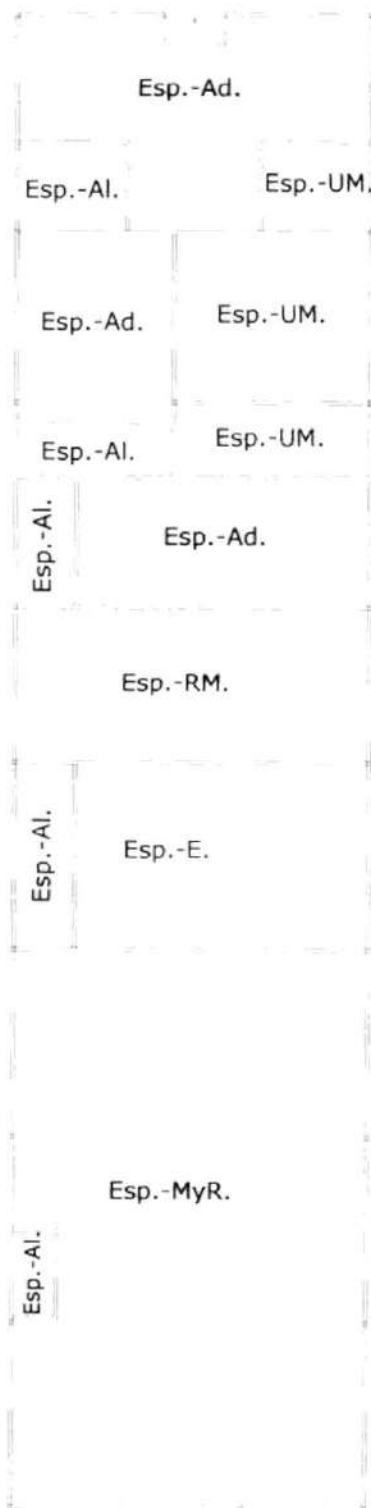


CIB -ESPOL

- Esp.-Ad.: Espacio Administrativo
- Esp.-Al.: Espacio de Almacen
- Esp.-UM.: Espacio Uso multiple
- Esp.-E.: Espacio de Ensayos
- Esp.-MyR.:Espacio Mantenimiento y Reparación
- Esp.-RM.: Espacio Recpción de Máquinas

PLANO 2.2.

PLANO DE LA TERCERA DISTRIBUCION DE ESPACIOS.



- Esp.-Ad.: Espacio Administrativo
- Esp.-Al.: Espacio de Almacen
- Esp.-UM.: Espacio Uso multiple
- Esp.-E.: Espacio de Ensayos
- Esp.-MyR.:Espacio Mantenimiento y Reparación
- Esp.-RM.: Espacio Recpción de Máquinas

PLANO 2.3.

2.2. Categorización de espacios.

Ahora que ya están definidos los espacios y las tareas en cada uno de ellos, vamos a clasificarlo de acuerdo a categorías, con el objetivo de poder elaborar un pequeño organigrama de la división de áreas en el laboratorio, para esto lo dividiremos en cuatro sencillas categorías:

Oficinas.

Soporte de oficinas.

Laboratorio.

Soporte de laboratorio.

2.2.1. Oficinas.- En oficinas comprende los espacios que tengan que ver con la parte administrativa. Por lo tanto comprenderemos por oficinas a la recepción, sala de conferencias y sala de cómputo.

2.2.2. Soporte de oficinas.- Se incluyen todo anexo a la parte administrativa que servirá de apoyo en las funciones de oficinas, descritas en el literal anterior. Aquí consta la sala de estar, comedor, cocina, baños y archivo.

2.2.3. Laboratorio.- En esta categoría se la llama así por pertenecer netamente a la parte de realización de ensayos, mantenimientos y reparación. Por ello lo conforman la sala de control, sala de ensayos y sala de reparación y mantenimientos.



CIB-ESPOI.

2.2.4. Soporte de laboratorio.- Este sirve para el soporte o ayuda a la categoría anterior, por eso estará conformada por los espacios de recepción de máquinas, gabinetes de equipos y gabinetes de herramientas.

A continuación se muestra el organigrama:

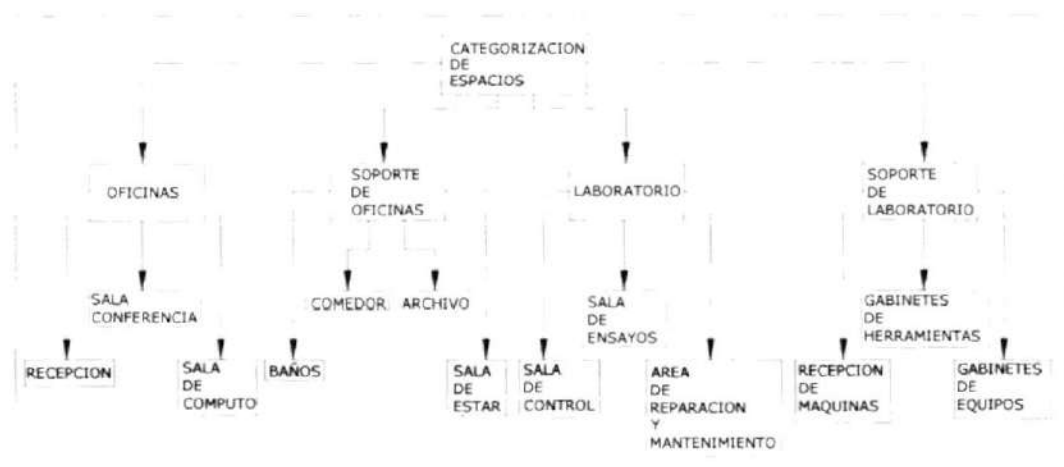


FIGURA 2.1. Organigrama de categorización de espacios del laboratorio.

2.3. Identificación de estándares apropiados a usar en el diseño.

Lo que se quiere en este literal es tener una idea de qué tipo de documentación registrará el diseño eléctrico y la ejecución de ensayos. Por ello lo trataremos en las siguientes partes:

Estándares eléctricos.

Estándares para ensayo de motores de inducción.

2.3.1. Estándares eléctricos.- Aquí se incluye todos los estándares que son normas y códigos los cuales son imprescindibles para que el diseño eléctrico

sea seguro, eficiente y flexible. Para una mejor comprensión se lo divide en dos partes:

Potencia.

Distribución.

2.3.1.1. Potencia.- Todo lo que sea de media tensión correspondería al término de potencia, en este caso, la acometida de media tensión hasta el transformador, la cual está normalizado por la compañía de distribución eléctrica, CATEG, donde el libro: Normas de Acometidas, Cuarto de Transformadores y Sistemas de medición "NATSIM" que contiene dichas normas, será utilizado para el diseño.

2.3.1.2. Distribución.- Con la finalidad de que todas las instalaciones eléctricas que se diseñen o construyan cumplan con las condiciones mínimas de seguridad, tanto para las personas como los bienes materiales, se ha tomado en cuenta el Código Eléctrico Nacional "NEC", para el diseño de baja tensión. Indicando que los valores que en él figuran, son los mínimos, que garantizan la salvaguardia deseada en las instalaciones eléctricas.

2.3.2. Estándares para ensayos de motores de inducción.- Se eligió este estándar para los ensayos, debido a que los buques están equipados con motores de este tipo, pero aun así se tendrá un respaldo de estándares para otro tipo de máquina. Estos estándares no son más que normas que a continuación se describen.

2.3.2.1. Normas.- El proceso de normalización se desarrolla a través de comités técnicos en una acción de consenso, respetando las necesidades y el interés general y del Gobierno y contribuyendo al desarrollo económico, social y tecnológico del país.

Se define como normas al conjunto de documentos que con experimentación e investigaciones llegan a conclusiones y procedimientos precisos de pruebas materiales, máquinas o seres vivos. Para esto vamos a dividir en normas reconocidas internacionalmente que nos servirán específicamente para realizar los ensayos, las cuales se muestran a continuación:

IEC.

ISO.

IRAM.

IEC.- Corresponden a las siglas en inglés de International Electrotechnical Commission y es la principal organización mundial que prepara y publica normas internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y

relacionadas. Estas sirven como una base para la regularización nacional y como referencias al bosquejar ofertas internacionales y contratos.

Las normas IEC se emplean generalmente en los países de la Comunidad Europea (CENELEC) por lo que se ajustan a los equipos vendidos en Europa. La aplicación en el resto de los países varía según la región.

ISO.- La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) es una federación de alcance mundial integrada por cuerpos de estandarización nacionales de 130 países, uno por cada país.

La ISO es una organización no gubernamental establecida en 1947. La misión de la ISO es promover el desarrollo de la estandarización y las actividades con ella relacionada en el mundo con la mira en facilitar el intercambio de servicios y bienes, y para promover la cooperación en la esfera de lo intelectual, científico, tecnológico y económico.

Todos los trabajos realizados por la ISO resultan en acuerdos internacionales los cuales son publicados como Estándares Internacionales.

La Organización Internacional para la Estandarización estipula que sus estándares son producidos de acuerdo a los siguientes principios:

- 1) **Consenso:** Son tenidos en cuenta los puntos de vistas de todos los interesados: fabricantes, vendedores, usuarios, grupos de consumidores, laboratorios de análisis, gobiernos, especialistas y organizaciones de investigación.

- 2) **Aplicación Industrial Global:** Soluciones globales para satisfacer a las industrias y a los clientes mundiales.
- 3) **Voluntario:** La estandarización internacional es conducida por el mercado y por consiguiente basada en el compromiso voluntario de todos los interesados del mercado.

IRAM.- El Instituto Argentino de Racionalización de Materiales es el organismo nacional de normalización. Tiene a su cargo la elaboración de normas técnicas y la certificación de su cumplimiento a través del sello IRA (Instituto de Racionalización Argentino), el cual establece las bases para la calidad de la producción nacional.

2.4. Programas Alternativos.

Los programas alternativos como su nombre lo indica son conceptos alternativos hechos con el objetivo de darnos cuenta del funcionamiento del laboratorio, refiriéndonos al aspecto laboral, administrativo y práctico.

2.4.1. Funcionalidad.- Aquí se demuestra cómo se desempeñarían las tareas en el laboratorio paso a paso, con lo cual podremos medir la eficiencia de cada labor contra el tiempo a más de la elaboración de un organigrama funcional y un diagrama de desarrollo. Por ello se lo dividido de esta forma:

Función administrativa.

Función operacional.

Función de ensayos.

2.4.1.1. Función administrativa.- Esta función se encarga de encontrar clientes, soporte y buena atención, elaboración de informes, investigación y seguimiento a cobros.

2.4.1.2. Función operacional.- Esta función es la encargada de velar por la operación de los aparatos y demás equipos que conforman el laboratorio como también los mantenimientos, reparación de las maquinarias y equipos eléctricos que ingrese como trabajos al laboratorio.

2.4.1.3. Función de ensayos.- Esta Función es la encargada de realizar los ensayos a los motores ya sea a 220 voltios o a 480 voltios, para luego tomar los datos correspondientes de la máquina en prueba y pasarlos a la parte administrativa, para la elaboración del informe.

A continuación se muestran los siguientes esquemas:

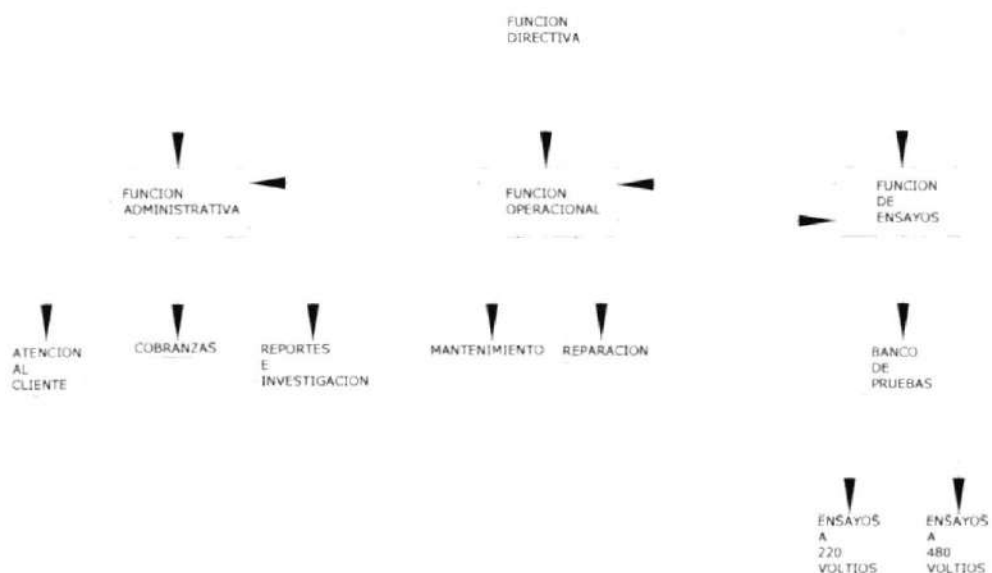
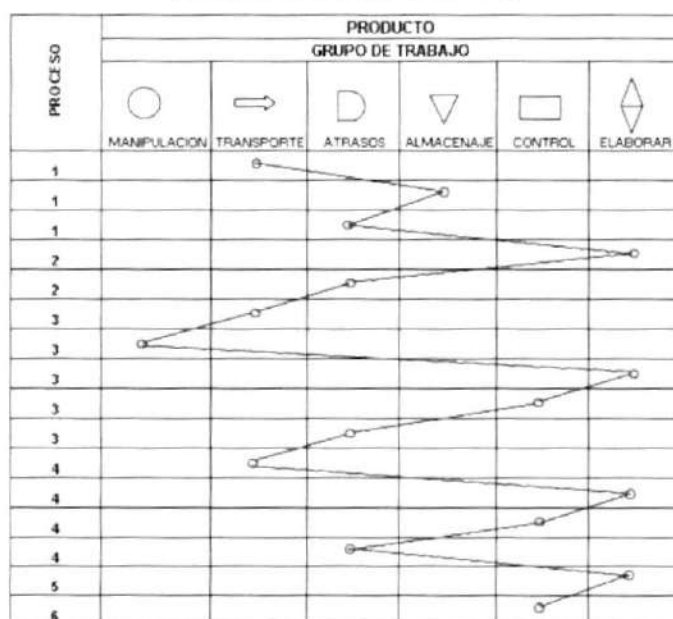


FIGURA 2.2. Organigrama funcional del laboratorio.

DIAGRAMA DE DESARROLLO



#	PROCESOS
1	RECEPCION DE MAQUINAS
2	ELABORACION REGISTRO DE MAQUINA
3	ENSAYO DE LA MAQUINA
4	MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA
5	ELABORACION REPORTE FINAL
6	ENTREGA DEL PRODUCTO

FIGURA 2.3. Diagrama de Desarrollo de labores del laboratorio.

2.4.2. Estética.- La estética de un laboratorio consiste la mayor parte en la limpieza que es una característica obligatoria para ayudar a conservar al laboratorio en óptimas condiciones y la fachada, que es un elemento muy importante, ya que a la vista del cliente refleja la primera impresión.

2.4.3. Flexibilidad.- Esta parte es muy importante ya que el laboratorio debe tener las facilidades para la innovación, es decir, deberá permitir la instalación, provocando la menor molestia, de los nuevos equipos que se añadirán en un futuro.

CAPITULO III

BASES TEORICAS Y CONFORMACION DEL DISEÑO.

3.1. Diseño esquemático.

Este es el diseño general de todo el laboratorio, donde se demuestran todos los esquemas, civiles y eléctricos. Por ello se lo ha dividido en tres diseños:

Diseño arquitectónico.

Diseño estructural.

Diseño eléctrico.

3.1.1. Diseño arquitectónico.- Los diseños en esta sección serán sencillos, ya que el objetivo principal es darnos una idea de la parte arquitectónica del laboratorio la cual se complementa con la parte presupuestaria vista mas adelante, para esto, lo hemos dividido en dos partes, las cuales se muestran a continuación:

Sitio del plan.

Planos.

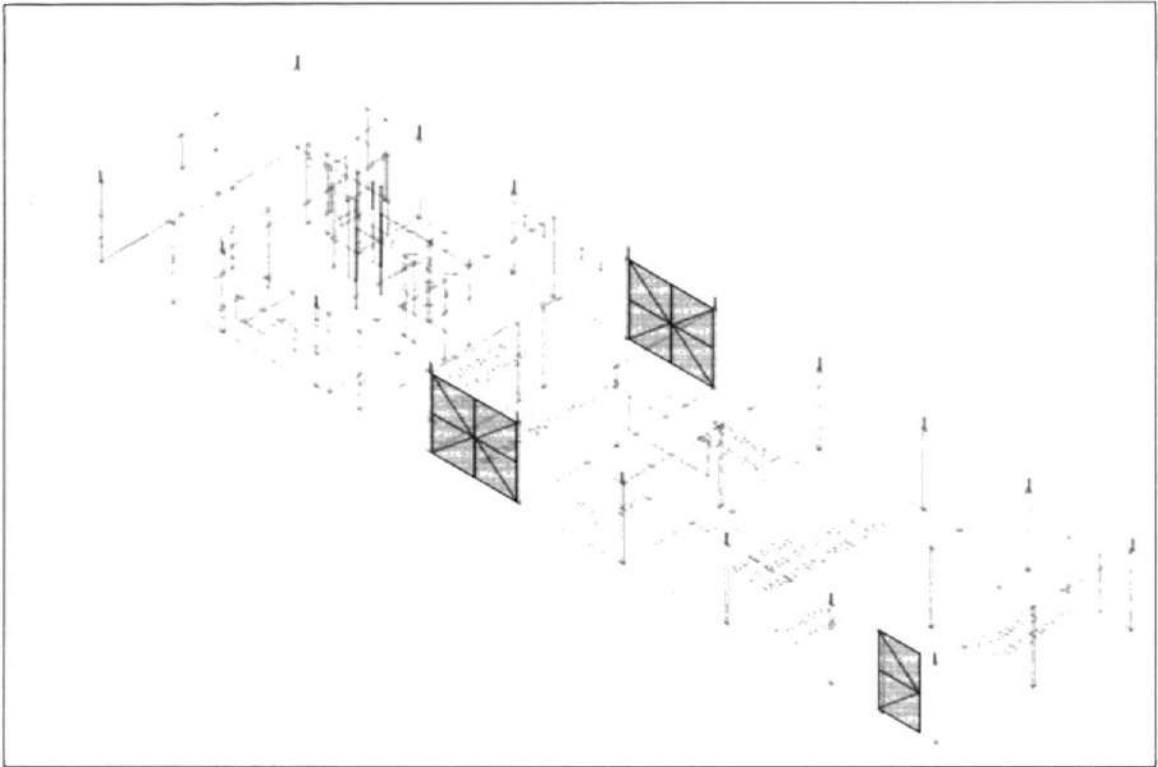
3.1.1.1. Sitio del plan.- El sitio del plan es un terreno en una localidad de la Armada del Ecuador en Guayaquil, llamada Astinave, la cual consta de 42 metros de longitud y 10 metros de ancho para dar un área de 420 metros cuadrados en total.

3.1.1.2. Planos.- Los planos que se muestran a continuación se refieren al diseño de interiores y una vista isométrica del laboratorio.



CIB - ESPOI

PLANO 3.1.



PLANO 3.2.

En el anexo A, los planos AR-1 y AR-2 se muestran con más detalle esta parte arquitectónica.

3.1.2. Diseño estructural.- Este diseño también servirá para tener una idea y complementar en la parte presupuestal, de esta manera se da a conocer el diseño civil del laboratorio que a continuación se divide en las siguientes partes:

Detalles técnicos.

Plano estructural.

3.1.2.1. Detalles técnicos.- En esta sección vamos a describir brevemente como van a estar conformadas las bases estructurales del laboratorio.

Los plintos tendrán una dimensión de 1,20 x 1,20 x 0,20 metros, conformado por varillas de hierro de 12 milímetros espaciadas cada 15 centímetros formando así una cuadrícula de hierro.

Luego tenemos las riostras, que serán de 0,20 x 0,30 x 10 metros, las cuales se unen de plinto a plinto en forma horizontal, conformada por 4 varillas de hierro de 14 milímetros y los estribos con varilla de 8 milímetros espaciados cada 15 centímetros.

Seguimos con las columnas las cuales tendrán las siguientes dimensiones de 0,30 x 0,30 x 5 metros, conformada por seis varillas de 14 milímetros y estribos de 8 milímetros que se distribuirán equitativamente cada 15, 20 y 15 centímetros a largo de la columna.

Para finalizar tenemos la viga superior formada por dimensiones de 0,20 x 0,30 x 10 metros, conformada con cinco varillas de 14 milímetros y así mismo como las columnas, sus estribos con varilla de 8 milímetros cada 15, 20, 15 distribuidas uniformemente a lo largo de viga.

3.1.2.2. Plano estructural.- A continuación se muestra un detalle de las estructuras del laboratorio, mencionadas en la sección anterior:

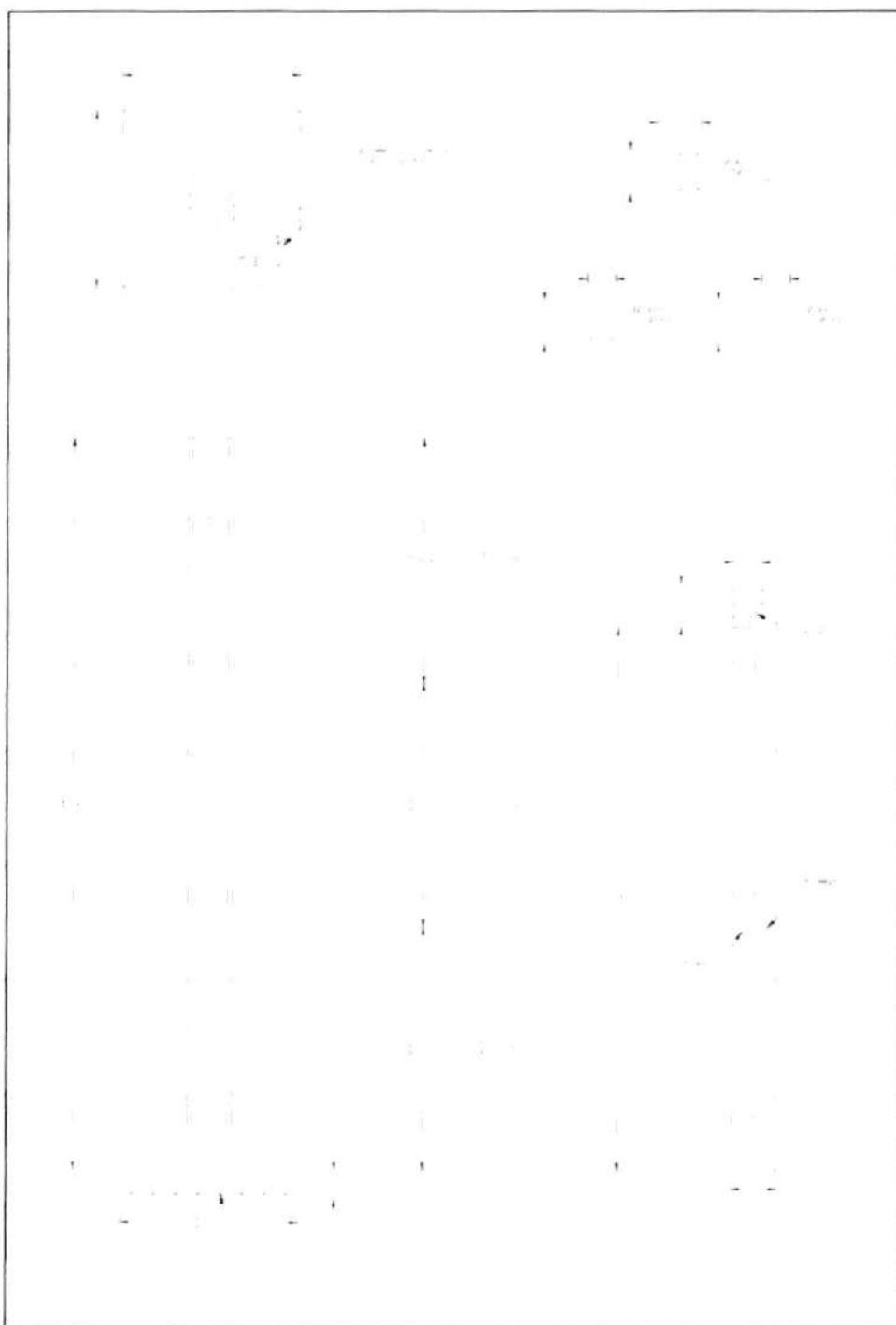


FIGURA 3.1. Detalle de Estructuras.

3.1.3. Diseño eléctrico.- Una de las partes más importantes de un proyecto es el diseño eléctrico, el cual nos ayudará a determinar las necesidades eléctricas de las instalaciones. Ello implica realizar un estudio de la carga, por lo tanto se ha considerado en el diseño eléctrico las siguientes partes:

Detalles técnicos.

Esquema de potencia.

Esquema de distribución de baja tensión.

Diseño de bancos de prueba.

Diseño de la puesta a Tierra.

3.1.3.1. Detalles técnicos.- En esta parte veremos conceptos importantes para el mejor entendimiento de la instalación eléctrica y el cálculo de carga de diseño.

El concepto de instalación eléctrica la podríamos definir como el conjunto de elementos que permite transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluyen: tableros, disyuntores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones, soportería entre otros.

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas (dentro de paneles), o ahogadas (en muros, techos o pisos).

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos de una manera segura y eficiente. Además debe ser económica, flexible y de fácil acceso.

Por otro lado el estudio de carga tiene como objetivo obtener diseño de tableros, sección de conductores, capacidad de los transformadores, protecciones y acometida principal.

En un estudio de carga el NEC define, según el tipo de carga, los criterios que deberán asumirse para una estimación adecuada.

Carga conectada: Es la sumatoria de la potencia en vatios de todos los equipos eléctricos (datos de placa) que se conectan a la red.

Demanda: Es la carga en KVA o KW que se utiliza durante un instante de tiempo. Se acostumbra a representar la demanda diaria en gráficos, donde se pueda apreciar en el período T igual a 24 horas el ciclo de la carga.

Demanda máxima: Es la carga o potencia máxima que podría ocurrir en una instalación. En las tarifas, para fines de facturación, la demanda máxima es la carga máxima que subsiste durante quince minutos en el lapso de un mes.

Carga de transformadores: Es establecida por la cantidad de demanda que será utilizada por una instalación determinada. Dicha carga está contemplada para ciertos valores de kilovoltio-amperios y por lo general la eficiencia máxima de un transformador se obtiene cuando la carga está entre un 75 y 100%, por lo que se debe procurarse que el transformador se utilice en regímenes de carga cercanos al 100%.

3.1.3.2. Esquema de potencia.- En esta parte se muestra los cálculos necesarios y el uso de diagramas unifilares que resultan de gran utilidad ya que representan un elemento básico para el diseño y los estudios de sistemas eléctricos, los cuales se definen por medio de líneas sencillas y símbolos simplificados las interconexiones y partes componentes de un circuito o sistema eléctrico.

Por ello se lo divide en los siguientes ítems:

Criterio para diseño de la red.

Cuarto de transformadores.

Características de canaletas.

Trayectoria.

Compensación de reactivos.

Tablero de medidores.

Criterio para diseño de la red.- Los criterios utilizados provienen del NEC a más, que las empresas de distribución eléctrica utilizan criterios de diseños a los cuales también nos acogemos como en este caso es el NATSIM. Indicando, que la empresa distribuidora a nivel de media tensión, brinda el servicio eléctrico monofásico a 7620 voltios cuando la demanda del predio sea mayor a 30 Kw y menor a 90 Kw y su capacidad total instalada no exceda de 100 KVA monofásicos, además, también brinda el servicio trifásico

a 13200 voltios el cual se suministrará cuando la demanda trifásica del predio sea mayor a 30 Kw y menor a 1000 Kw.

Expuesto lo anterior se divide en dos criterios siguientes:

Detalle de la red en media tensión.

Detalle de la red en baja tensión.

Detalle de la red en media tensión.- El diseño de la red de media tensión consiste básicamente en la acometida principal de la instalación.

Para esto hemos seguido los siguientes criterios del NATSIM referidos a las acometidas, donde nos presenta la siguiente información:

Número de acometidas permitidas: Cualquier inmueble o predio será servido solamente por una acometida.

Conexiones y empalmes en los conductores de acometida: No se permitirá ninguna conexión o empalme en los conductores de acometida. La ejecución de estas instalaciones, será considerada como una infracción, que será sancionada según se estipula en el contrato de suministro del servicio eléctrico.

Canalización para los conductores de acometida: La canalización para los conductores de acometida se construirá con tubería metálica rígida aprobada para uso eléctrico en toda su trayectoria. En canalizaciones de acometidas de media tensión podrá emplearse tubería plástica tipo pesada,



exceptuándose aquella que baja junto al poste de arranque de acometida y el tramo que ingresa al predio hasta el sitio de medición, cuarto de transformación, o centro de carga.

Tubería de entrada de acometida: La tubería de acometida entrará sin ninguna derivación, desde el exterior del inmueble directamente al medidor, al tablero general de medidores o al cuarto de transformación.

Diámetro mínimo de las tuberías de acometida: Para acometidas en media tensión con dos conductores (incluyendo el neutro), el diámetro interior de la tubería de entrada de acometida será de 3"; para acometidas en media tensión de más de dos conductores, el diámetro de la tubería será de 4". La tubería que contiene los conductores de señal para el medidor será de 1 1/4" de diámetro.

La acometida estará ubicada en la parte exterior derecha del laboratorio, y será de tipo trifásica a 13200 voltios (media tensión), donde alimentará al transformador trifásico de 100 KVA, además se tiene como protección, una caja porta-fusibles tipo "vela" de 15 KV- 100 A, cada línea consta con su respectivo pararrayo de 10 KV. La medición es indirecta del lado de media tensión.

Los cables para media tensión serán tres conductores de cobre #2 XPLE - 15 KV para la línea, el cual se une con el aluminio ASC # 2 de la línea existente por medio de una punta exterior y la tierra será un conductor de cobre #4.

Las líneas de media tensión parten del seccionador e ingresan por medio de un reversible a un ducto rígido de 4" de diámetro y llegan hasta el transformador de 100 KVA, ubicado en el cuarto eléctrico.

El alimentador en el lado de baja tensión está conformado por dos conductores de 500 MCM por fase.

A continuación se muestra un diagrama de la acometida principal:

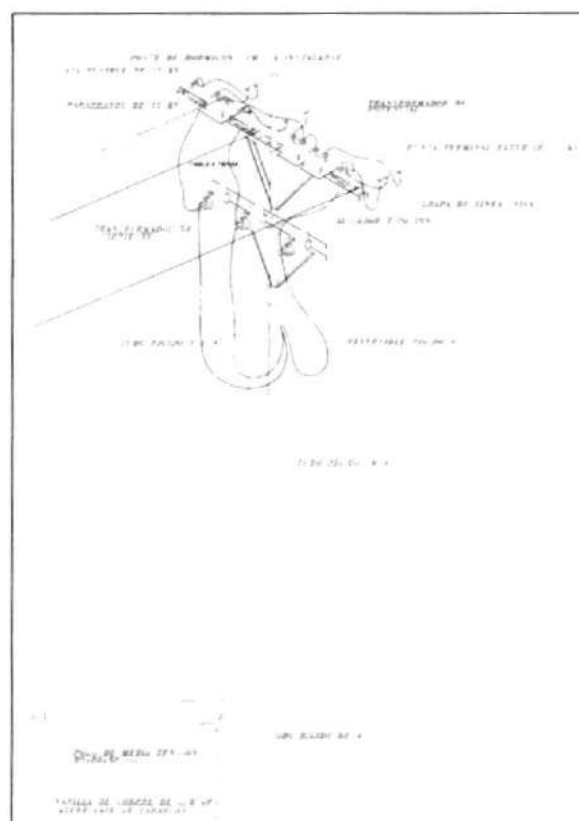


FIGURA 3.2.
acometida en

Detalle de
media tensión.

En el anexo A, en el plano EL-3 se muestra un detalle más amplio de esta acometida.

Detalle de la red en baja tensión.- El diseño de la red de baja tensión tiene por objetivo la selección de conductores, paneles, tuberías y protecciones.

Todas estas selecciones se realizan de acuerdo a las especificaciones del NEC.

Todo conductor posee una capacidad de transportar corriente eléctrica a través de él. Esta capacidad está limitada por la conductividad del material conductor, el conductor aislado, limita el paso de la corriente a la capacidad térmica del material aislante.

Un conductor puede estar formado por uno o varios hilos, siendo unifilar o multifilar, cableado o trenzado. Cuando el conductor es cableado puede ser normal, flexible o extraflexible, de acuerdo al grado de flexibilidad se le da al número de hilos delgados que lo componen. Existen tres tipos de conductores que son:

Conductores desnudos: son aquellos que se utilizan en las líneas aéreas, son los de aluminio, o cobre desnudos, entre otros.

Conductores aislados: se utilizan en las canalizaciones interiores TTU, THW, TW, etc. El cual, para el diseño del laboratorio utilizaremos THW.

La selección del conductor se hará, considerando una suficiente capacidad de transporte de corriente, una adecuada resistencia mecánica, la caída de tensión y un buen comportamiento ante las condiciones ambientales.

Explicaremos un poco acerca de la caída de tensión, la cual es la diferencia de voltaje que existe entre el voltaje aplicado al extremo alimentador de una instalación y el obtenido en cualquier otro punto de la misma, cuando está circulando la corriente nominal.

$$\Delta V = V_0 - V_1$$

Donde:

V_0 ; tensión de salida.

V_1 ; tensión de llegada.

Considerando que en líneas cortas, como lo son estos circuitos en instalaciones eléctricas residenciales y similares, se desprecia la capacitancia, el diagrama fasorial queda como indica a continuación:

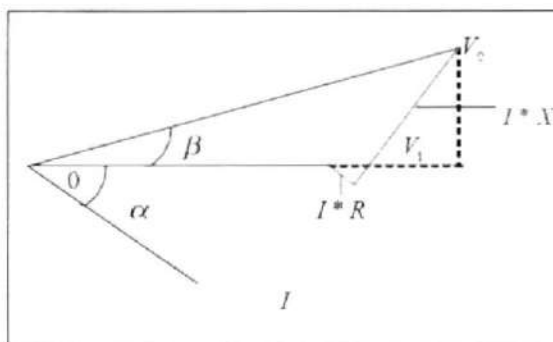


FIGURA 3.3. Cuadro vectorial de caída de voltaje.

En el diseño no se toma en cuenta la caída de voltaje ya que los alimentadores son de longitudes menores a los 50 metros.

Tomando en cuenta todos estos factores se realiza la selección de los conductores.

Para luego con la sección ya definida seleccionar el diámetro de la tubería y la protección adecuada.

Por otro lado, con el objeto de agrupar las cargas y de así poder clasificar mejor los tableros y paneles se sectorizaron las dependencias del laboratorio, ubicando en cada uno de estos sectores los paneles respectivos de la siguiente manera:

Sector1: Está integrado por el área de oficinas es decir, recepción, sala de conferencia, comedor y sala de computo. Llamado Panel de Distribución Oficina (PD-OF)

Sector2: Está integrado por la sala de control y la sala de ensayos. Llamado Panel de Distribución Sala de Control (PD-SC)

Sector3: Está integrado por el área de trabajo y mantenimiento. Llamado Panel de Distribución Laboratorio (PD-LAB)

Cabe indicar que existen dos paneles especiales: PD-MT220 y PD-MT440 que se utilizan exclusivamente para la alimentación de las máquinas que necesitan mantenimiento por lo cual estarán ubicados en el área de mantenimiento: uno será para pruebas a 220 voltios y el otro a 440 voltios respectivamente.

Por último se implementan dos tableros más: Tablero de Distribución Sala de Ensayo a 220 (TD-SE220) y Tablero de Distribución Sala de Ensayo a 440 (TD-SE440), los cuales serán los encargados del arranque del motor a ensayar ya sea a 220 voltios o 440 voltios, ubicados en la sala de ensayos.

En el siguiente plano se muestra la localización física de los paneles:



PLANO 3.3.

Refiriéndonos a los circuitos derivados, correspondientes a cada panel, en los circuitos de alumbrado se tomó un valor de carga de 100 vatios para 120 voltios y 200 vatios para 220 voltios, para los circuitos de tomacorrientes de uso general, la carga es de 250 vatios, y en los tomacorrientes de uso especial varían desde 500 hasta 2000 vatios, incluyendo tomacorrientes trifásicos, entre los cuales tenemos los que alimentan a los equipos que ayudan al mantenimiento y ensayos en los motores.

Las planillas de cada sector, de acuerdo a los circuitos descritos en los planos, estarán conformadas por cada circuito necesario en ese sector con su valor de carga respectivo, mencionado anteriormente, dando como resultado final la selección del tipo de panel, la sección del alimentador del panel, y protección.

A continuación se presentan las planillas de los sectores dando como ejemplo el cálculo de una planilla del Panel de Distribución Oficina (PD-OF).

Panel de Distribución Oficina (PD-OF)															
UBICACION: Archivo-Recepcion															
PANEL		CIRCUITO						FASES			DISYUNTOR		SERVICIO		
NOMBRE	# POLOS	No.	COND.	VOLT.	#	W/PTO.	TOTAL	A	B	C	AMP.	POLOS			
PD-OF	24 PTOS	OF-1	2#12	127	10	100	1000	1000				20	1	ALUMBRADO SALA DE ESTAR	
TRIFASICO		OF-2	2#12	127	2	100	200			200			20	1	ALUMBRADO RECEPCION
		OF-3	2#12	127	3	100	300	300					20	1	ALUMBRADO CORREDOR BAÑOS
		OF-4	2#12	127	7	100	700			700			20	1	ALUMBRADO SALA CONFERENCIA
CARGA INSTALADA		OF-5	2#12	127	8	100	800		800			20	1	ALUMBRADO COMEDOR	
		OF-6	2#12	127	10	100	1000		1000			20	1	ALUMBRADO COMPUTO	
WATIOS		OF-7	2#12	127	6	250	1500	1500				30	1	TOMACORRIENTE RECEPCION	
		OF-8	2#12	127	4	250	1000		1000			30	1	TOMACORRIENTE SALA DE CONFERENCIA	
		OF-9	2#12	127	3	250	750			750		30	1	TOMACORRIENTE COMEDOR	
		OF-10	2#12	127	4	250	1000			1000		30	1	TOMACORRIENTE P. COCINA	
		OF-11	2#12	127	3	250	750		750			30	1	TOMACORRIENTE COMPUTO	
		OF-12	2#12	127	4	250	1000			1000		30	1	TOMACORRIENTE COMPUTO	
								3.400	3.550	3.650		12			
CARGA INSTALADA =		10.600	DEMANDA MAXIMA ESTIMADA =		9.540										
DEMANDA =		10.600	CORRIENTE NOMINAL =		29										
VOLTAJE =		220	DISYUNTOR =		50 AMP -3P										
FACTOR DE COINCIDENCIA =		0,9	ALIMENTADOR =		3#6 N#8 T#8										

TABLA 3.1. Planilla de carga del panel de distribución oficina

En la planilla se pueden observar dos tipos de circuitos, alumbrado y tomacorriente, donde vemos que existen 12 circuitos a 120 voltios por lo cual necesitaremos un panel de 12 espacios, así que se selecciona un panel de 24 espacios trifásico.

Por otro lado sumando todas las carga tendremos la carga total instalada = 10600 vatios.

Entonces:

$Demanda\ Máxima\ Estimada = Demanda \times Factor\ de\ Coincidencia = 10600 \times 0,7 = 9540\ vatios$

Aplicando la formula:



CIB-ESPOL

$I_{max} = \text{Demanda Max.} / (\text{Voltaje} \times \text{Raiz}(3) \times \text{Factor de Potencia})$ tenemos que la corriente, $I_{max} = 9540 / (220 \times 1,732 \times 0,85) = 29 \text{ amp.}$

El NEC dice que a este valor se suma el 25 % para la selección del breaker lo cual nos da: $31 \times 1,25 = 38,75 \text{ amperios.}$

Según el NEC con el valor de 38,75 amperios necesitamos un breaker de 3P – 50 amperios, con un alimentador de cable # 6 para las fases, neutro # 8 y tierra # 8.

Se destaca que las planillas del TD-G, PD-SC, PD-MT220, PD-MT440 se le suman el 60 % más a la corriente para la selección del breaker debido a que alimentan motores.

A continuación se muestran las planillas restantes de los paneles y tableros.

Tablero de Distribución General (TD-G)						
UBICACION: Cuarto Eléctrico						
PANEL	CARGA	FACTOR DE	BALANCE DE FASES			
O TABLERO	INSTALADA (VATIOS)	DEMANDA	DEMANDA	A	B	C
PD-LAB	28 000	0.80	22 400	7 467	7 467	7 467
PD-SC	23 100	0.80	18 480	6 160	6 160	6 160
PD-MT220	43 300	0.85	36 805	12 268	12 268	12 268
PD-MT440	49 300	0.85	41 905	13 968	13 968	13 968
TOTAL	143.700	0,83	119.590	39.863	39.863	39.863
CARGA INSTALADA -		143.700 VATIOS				
DEMANDA -		119.590 VATIOS				
VOLTAJE -		220 VOLTIOS				
FACTOR DE COINCIDENCIA -		0,65				
DEMANDA MAXIMA ESTIMADA -		77.734 VATIOS				
CORRIENTE NOMINAL -		254 AMP.				
DISYUNTOR -		400AMP -3P				
ALIMENTADOR -		2(3#500+ N#4/0) - T#2/0				

TABLA 3.2. Planilla de carga del tablero general.

Panel de Distribución Sala de Control (PD-SC)														
UBICACIÓN: Cuarto de Tableros														
PANEL		CIRCUITO						FASES			DISYUNTOR		SERVICIO	
NOMBRE	# POLOS	No.	COND.	VOL. V	# W/PD.	TOTAL	A	B	C	AMP.	POLOS			
PD-SC	24 PTOS TRIFASICO	SC-1	2#12	220	2	200	400	200		200	20	1	ALUMBRADO RECEPCION MAGUNA	
		SC-2	2#12	127	8	300	800			800	20	1	ALUMBRADO ENSAYO	
		SC-3	2#10 1#12	220	4	300	400			400	30	1	TOMACORRIENTE SALA DE CONTROL	
		SC-4	2#10 1#12	127	5	300	500	500				30	1	TOMACORRIENTE SALA DE CONTROL
		SC-5	2#10 1#12	127	4	300	400		400			30	1	TOMACORRIENTE SALA DE ENSAYOS
		SC-6	3#10 1#12	220	1	2.000	3.000	1.000	1.000	1.000		30	3	TOMACORRIENTE SALA DE ENSAYOS
		SC-7	2#10 1#12	220	1	2.000	2.000	1.000	1.000			30	2	TOMACORRIENTE SALA DE ENSAYOS
		SC-8	3#10 1#12	220	1	2.000	3.000	1.000	1.000	1.000		30	3	TOMACORRIENTE SALA DE ENSAYOS
		SC-9	2#10 1#12	220	1	2.000	2.000			1.000	1.000	30	2	TOMACORRIENTE SALA DE ENSAYOS
		SC-10	3#6 2#8	220	1	10.600	10.600	3.533	3.533	3.533		50	3	PANEL PD-OF
							7.233	7.933	7.933		18			
CARGA INSTALADA -		23.100	DEMANDA MAXIMA ESTIM		20.790									
DEMANDA -		23.100	CORRIENTE NOMINAL -		64									
VOLTAJE -		220	DISYUNTOR -		100AMP -3P									
FACTOR DE COINCIDENCIA -		0,9	ALIMENTADOR -		3#2 N#4 T#6									

TABLA 3.3. Planilla de carga de distribución sala control.

Panel de Distribución Laboratorio (PD-LAB)														
UBICACIÓN: Área de Mantenimiento														
PANEL		CIRCUITO						FASES			DISYUNTOR		SERVICIO	
NOMBRE	# POLOS	No.	COND.	VOL. V	# W/PD.	TOTAL	A	B	C	AMP.	POLOS			
PD-LAB	30 PTOS TRIFASICO	LAB-1	2#10-1#12	220	5	200	1.000	500	500		20	2	ALUMBRADO MANTENIMIENTO	
		LAB-2	2#10-1#12	220	1	1.000	1.000		1.000		20	2	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO	
		LAB-3	3#10-1#12	220	2	3.000	6.000	2.000	2.000	2.000		20	3	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-4	2#10-1#12	127	4	500	2.000	2.000				20	1	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-5	2#10-1#12	220	2	500	1.000	500		500		20	2	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-6	2#10-1#12	127	2	500	1.000			1.000		20	1	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-7	2#10-1#12	220	2	500	1.000		500	500		30	2	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-8	2#10-1#12	220	1	500	500	250		250		30	2	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-9	3#10-1#12	220	1	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000		30	3	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-10	2#10-1#12	127	3	500	1.500			1.500		20	1	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-11	3#10-1#12	220	2	3.000	6.000	2.000	2.000	2.000		20	3	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-12	2#10-1#12	220	2	500	1.000	500	500			20	2	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-13	2#10-1#12	127	4	500	2.000		2.000			20	1	TOMACORRIENTE MANTENIMIENTO
		LAB-14	2#10-1#12	127	2	500	1.000	1.000				20	1	ALUMBRADO C.T.O. ELECTRICO
		LAB-15	2#10-1#12	220	4	400	1.600	800		800		20	2	ALUMBRADO EXTERIOR
		LAB-16	2#10-1#12	220	4	400	1.600			800	800	20	2	ALUMBRADO EXTERIOR
							10.550	10.300	10.350		30			
CARGA INSTALADA -		31.200	DEMANDA MAXIMA ESTIMADA -		21.840									
DEMANDA -		31.200	CORRIENTE NOMINAL -		67,4									
VOLTAJE -		220	DISYUNTOR -		100AMP -3P									
FACTOR DE COINCIDENCIA -		0,7	ALIMENTADOR -		3#2 N#4 T#6									

TABLA 3.4. Planilla de carga de distribución laboratorio.

Panel de Distribución Mantenimiento a 220 (PD-MT220)						
UBICACION: Area de Mantenimiento						
PANEL	CARGA	FACTOR DE	BALANCE DE FASES			
O TABLERO	INSTALADA (VATIOS)	DEMANDA	DEMANDA	A	B	C
MT	5 000	0.80	4 800	1 600	1 600	1 600
TD-SE220	37 300	1.00	37 300	12 433	12 433	12 433
TOTAL	43.300	0.97	42.100	14.033	14.033	14.033
CARGA INSTALADA = 43.300 VATIOS DEMANDA = 42.100 VATIOS VOLTAJE = 220 VOLTIOS FACTOR DE COINCIDENCIA = 0.87 DEMANDA MAXIMA ESTIMADA = 36.627 VATIOS CORRIENTE NOMINAL = 113 AMP. DISYUNTOR = 150AMP -3P ALIMENTADOR = 3#1/0 N#2 T#4						

TABLA 3.5. Planilla de carga de distribución Mantenimiento 220.

Panel de Distribución Mantenimiento a 440 (PD-MT440)						
UBICACION: Area de Mantenimiento						
PANEL	CARGA	FACTOR DE	BALANCE DE FASES			
O TABLERO	INSTALADA (VATIOS)	DEMANDA	DEMANDA	A	B	C
MT	12 000	0.80	9 600	3 200	3 200	3 200
TD-SE440	37 300	1.00	37 300	12 433	12 433	12 433
TOTAL	49.300	0.95	46.900	15.633	15.633	15.633
CARGA INSTALADA = 49.300 VATIOS DEMANDA = 46.900 VATIOS VOLTAJE = 440 VOLTIOS FACTOR DE COINCIDENCIA = 0.90 DEMANDA MAXIMA ESTIMADA = 42.210 VATIOS CORRIENTE NOMINAL = 65 AMP. DISYUNTOR = 100AMP -3P ALIMENTADOR = 3#4 N#6 T#8						

TABLA 3.6. Planilla de carga de distribución Mantenimiento 440.

Cuarto de transformadores.- Según el NATSIM, si la demanda excede a 30 Kw, el proyectista, constructor o propietario habilitará un cuarto destinado para alojar exclusivamente un transformador o banco de transformadores particulares, con sus respectivos equipos de protección y accesorios, el cual estará ubicado a nivel de planta baja del inmueble, en un sitio con fácil y libre acceso desde la vía pública, de manera que permita al personal de la empresa realizar inspecciones o reparaciones de emergencia a los transformadores.

El cuarto de transformadores o comúnmente llamado cuarto eléctrico albergara en su interior a dos transformadores trifásicos TR1 y TR2.

El cuarto de transformadores será construido con paredes de hormigón o mampostería y columnas de hormigón armado con un techo resistente y a una altura mínima de 2.5m.

El cuarto deberá tener ventilación adecuada para mantener en su interior una temperatura que no exceda de los 40°C. Las aberturas de ventilación deberán ubicarse en las paredes laterales, cerca del techo y estarán cubiertas de rejas permanentes o persianas resistentes que no dejen pasar algún tipo de objeto hacía los transformadores. También deberán tener una base de hormigón de por lo menos 10 cm. de espesor, el área mínima,

rectangular y libre de los cuartos de transformadores será de acuerdo a la siguiente tabla:



DIMENSIONES	CAPACIDAD
2.0 x 2.5m	Hasta 100KVA (1sólo transformador. Monofásico)
3.0 x 2.5m	Hasta 150KVA (Banco de 2 o 3 transformadores)
4.0 x 3.0m	Hasta 300KVA (Banco de 3 transformadores)
5.0 x 4.0m	Hasta 750KVA (Banco de 3 transformadores)
6.0 x 4.0m	Hasta 1000KVA (Banco de 3 transformadores)

TABLA 3.7. Características constructivas del cuarto de transformadores.

Donde el proyecto consta de un área de 5.0 x 4.0 metros. De acuerdo a la tabla anterior es más que suficiente para los dos transformadores trifásicos del laboratorio (TR1 y TR2), debido a esto vamos a incluir en el cuarto eléctrico al Tablero General (TD-G) y al Tablero de Distribución a 440 (TD-440).

La canalización al cuarto de transformadores se construirá empleando ductos y codos de tubería metálica rígida, aprobada para uso eléctrico con un diámetro mínimo de 3" para sistemas monofásicos y de 4" para sistemas trifásicos.

El TR1 suministrará la energía al tablero principal TD-G que alimenta los ensayos a 220, mantenimientos a 220, tomacorrientes, alumbrado en áreas de servicio general y también al TR2.

El TR2 suministrará la energía al TD-440, el cual, es exclusivamente para ensayos y mantenimientos de máquinas a 440 voltios.

A continuación se presenta una breve descripción de cada transformador y un plano del cuarto eléctrico.

TRANSFORMADOR TRIFASICO 100 KVA	
VOLTAJE PRIMARIO	13200 V / 7620 V
VOLTAJE SECUNDARIO	220 V / 127 V
TIPO	Sumergido en aceite, Autoprotegido
MARCA	Ecuatran
CAPACIDAD	100 KVA
CONEXION	Delta – Estrella
FRECUENCIA	60 HZ
AISLANTE	BIL. A.T. 110 KV
TAPS	+ - 2,5%

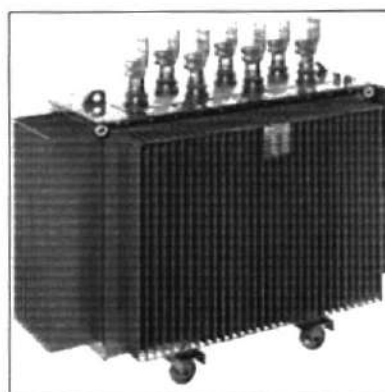


TABLA 3.8. Datos de placa del transformador trifásico de 100 KVA.

TRANSFORMADOR TRIFASICO 50 KVA	
VOLTAJE PRIMARIO	220 V
VOLTAJE SECUNDARIO	440 V
TIPO	Seco
MARCA	Merlin Geran
CAPACIDAD	50 KVA
CONEXIÓN	Delta - Delta
FRECUENCIA	60 HZ
AISLANTE	BIL. A.T. 110 KV
TAPS	+ - 2,5%

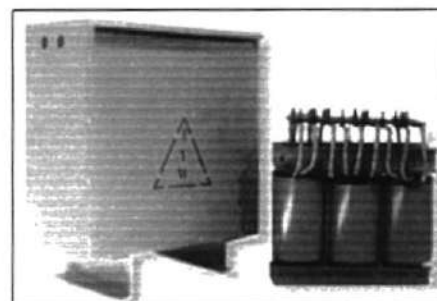
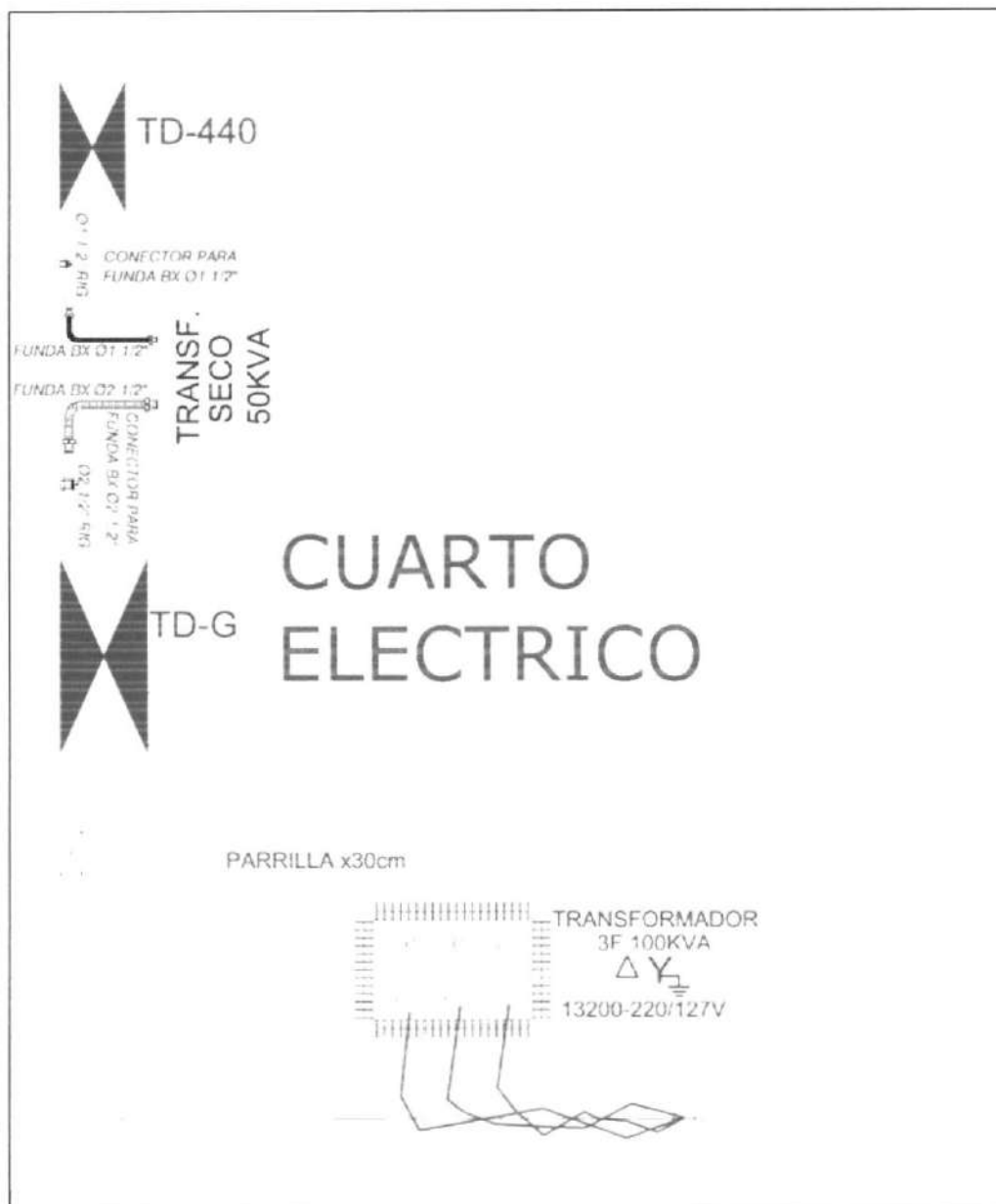


TABLA 3.9. Datos de placa del transformadores trifásico seco de 50 KVA



PLANO 3.4.

En el anexo 1, en el plano EL-6 se muestra un detalle gráfico en 3D del cuarto eléctrico.

Características de canalización.- Podrán usarse como medio de canalización eléctrica tuberías y accesorios de material no metálico adecuado para soportar la acción de la humedad y agentes corrosivos en general y tener una resistencia hacia agentes químicos. Si se usan canalizaciones a la vista u ocultas, deberán ser de tipo incombustible o autoextinguente, resistente a los impactos, a las compresiones y las deformaciones debidas a los efectos del calor, en condiciones similares a las que se encontrarán su uso y manipulación; para uso subterráneo embutido o preembutido deberán ser resistente a la acción de la humedad, de hongos, de agentes corrosivos en general y tener una resistencia mecánica suficiente como para soportar los esfuerzos a que se verán sometidas durante su manipulación, montaje y uso.

Trayectoria.- Este ítem tiene el objetivo describir el recorrido de la canalización subterránea de los alimentadores, por lo cual, de acuerdo al NATSIM, la trayectoria de la canalización estará conformada por tramos rectos, debiéndose prever la construcción de cajas de paso en los puntos donde se cambie la dirección, se intercepte la canalización existente y al pie del poste primario subterráneo o acometida se incorpore hacia la red del sistema, existiendo entre cajas una longitud máxima de 30 metros.

Las cajas de paso o revisión se construirán de hormigón simple o de hormigón armado con varillas de 3/8" espaciadas 15 cm en ambos sentidos

de acuerdo a su ubicación, ya sea en la acera o en la calle respectivamente. Las dimensiones interiores de la caja no podrán ser menores a 80x80x80 cm.



FIGURA 3.4. Detalle de cajas de paso.

Aquellas cajas que se construyan en las aceras para el cruce de calles deberán dimensionarse con una profundidad de 100cm. y las cajas con derivaciones en sistemas de media tensión tendrán dimensiones de 160 x 80 x 80 cm. con tapa de doble hoja.

Las tapas de las cajas de paso se construirán de hormigón armado con un ángulo de 2" x 1/4" reforzado con varilla de 1/2" espaciadas cada 20 cm en ambos sentidos y en las calles, con ángulos de 5" x 1/4" reforzado con varillas de 5/8" espaciadas cada 20 cm en ambos sentidos. Dichas tapas estarán provistas de dos agarraderas que permitan su remoción.

La tubería que comunicará de caja a caja será de 4" tipo PVC pesado, donde se instalarán una tubería para el paso de los conductores y otra destinada para reserva.

A continuación se describe la trayectoria a recorrer de los alimentadores:

Desde el Tablero General (TD-G) al PD-LAB, desde el Tablero General (TD-G) al PD-SC, desde el Tablero General (TD-G) al PD-MT220, desde el PD-SC al PD-OF, desde el PD-MT220 al TD-SE220, desde el PD-MT440 al TD-SE440.

En el siguiente plano se muestra la descripción del recorrido de tubería subterránea y localización de las cajas de revisión.



CIB -ESPOL



PLANO 3.5.

Compensación de reactivos.- En las instalaciones eléctricas normalmente se encuentran dispositivos lineales que transforman la energía en calor o en trabajo junto con los elementos inductivos y capacitivos que no desarrollan trabajo alguno como circuitos equivalentes. Entonces prácticamente siempre existe un ángulo entre el voltaje y la corriente que se conoce como ángulo de fase. Es importante hacer notar que este ángulo está medido en el tiempo y no en el espacio. Por lo tanto el f.p. es el factor que debe aplicarse a la potencia aparente para conocer la cantidad de ésta que se está utilizando para producir trabajo y/o calor.

$$P=V \times I \times \cos \Phi$$

Donde:

Φ : es el ángulo de fase entre el voltaje y la corriente.

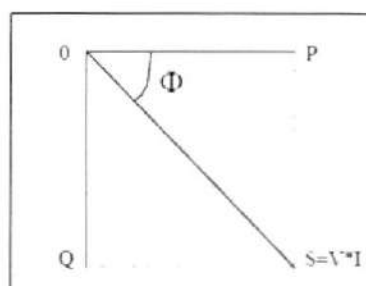


FIGURA 3.5. Cuadro vectorial de potencias.

Con la ayuda de medios de compensación, que son capaces de aportar la potencia reactiva directamente junto a la carga, puede mejorar los efectos adversos que produce este factor, como estabilizar la tensión de la red y reducir las pérdidas de transporte.

Por este motivo el Reglamento de Servicio de Electricidad indica que, toda carga eléctrica debe ser instalada de tal forma que el factor de potencia medio mensual del sistema eléctrico integral del Consumidor tenga un valor no menor a 0,92 en retraso o adelanto caso contrario la Empresa distribuidora, a más de incluir en las facturas del Consumidor los recargos por consumo de energía reactiva señalados en el Reglamento de Tarifas, le notificará tal condición, otorgándole un plazo para el mejoramiento de dicho factor.

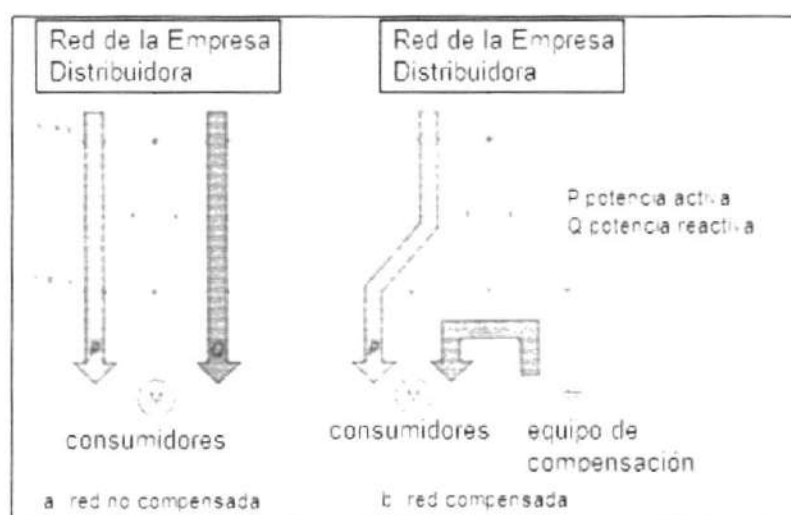


FIGURA 3.6. Cuadro de compensación de reactivos.

Debido a que para generar sus campos magnéticos necesitan potencia reactiva inductiva, la corriente está retrasada con respecto a la tensión de la red en un ángulo de desfase. Entonces tenemos que, para compensar la potencia reactiva se utilizan preponderantemente condensadores de potencia.

Para determinar la potencia de estos condensadores al proyectar una nueva instalación, se deben sumarse los consumos de potencia reactiva de las distintas cargas, bajo la consideración de un adecuado factor de simultaneidad "a"

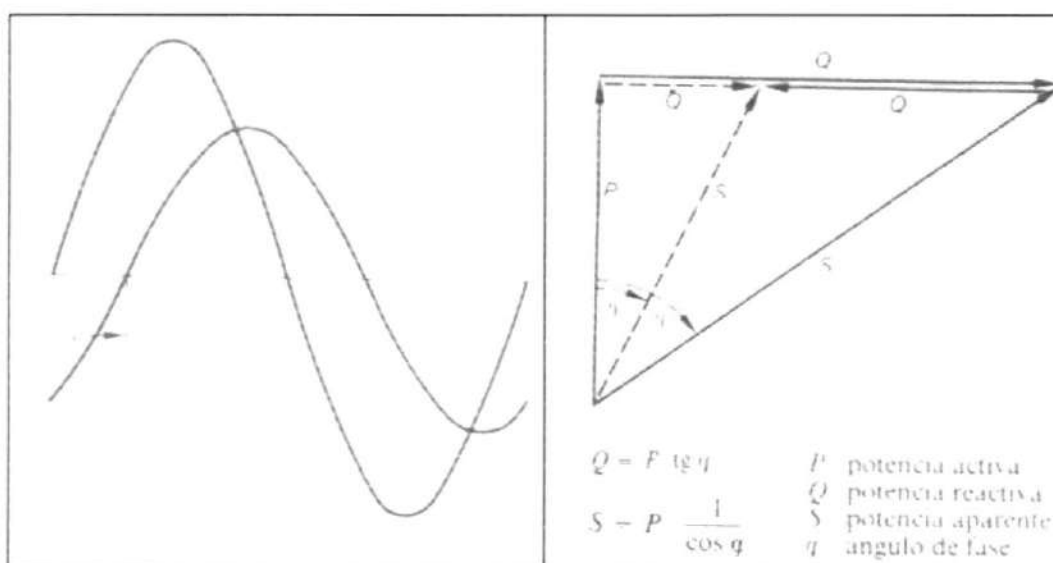


FIGURA 3.7. Ángulo de desfase entre $i - u$ y diagrama compensación de reactivos.

Para calcular la potencia del condensador de una forma aproximada es suficiente utilizar la siguiente fórmula que proporciona una regla general para calcularla:

$$Q_1 = P \times \tan \Phi_1$$

$$Y Q_2 = P \times \tan \Phi_2$$

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P \times (\tan \Phi_1 - \tan \Phi_2)$$

Donde:

Q_c : Potencia del banco de capacitores en Kva.

P : Potencia de la carga en kw.

Φ_1 : Angulo de potencia de la carga.

Φ_2 : Angulo de potencia deseado.

De acuerdo a lo anterior sabemos que la carga del laboratorio más grande son los motores a ensayar, como la capacidad nominal del laboratorio es de 50 hp tanto a 220 V como a 440 V y con un factor de potencia típico de los motores de inducción igual a 0,85, tenemos:

$$Q_{\text{reactivo motor}} = (50 + 50) \times 746 \times \tan(\arccos 0,85) = 46,23 \text{ Kvar}$$

Y luego se multiplica este valor por un factor de simultaneidad de 0,5 lo que resulta igual a 23,11 Kvar.

A esto se suma $Q_{T440} = 1,75 \text{ Kvar}$ que es la potencia reactiva al vacío del transformador de 440 V.

En conclusión tenemos un $Q_{\text{reactivo total}} = 23,11 + 1,75 = 24,86 \text{ Kvar}$ y una potencia activa de 74,6 Kw lo que implica:

$$f_{p_{\text{total}}} = \cos(\arctan(24,86 / 74,6)) = 0,948.$$

El valor estimado de factor de potencia es muy bueno pero aun así lo vamos a mejorar a 0,98.

Entonces aplicando la formula anterior:

$Q_c = 74600 \times (\tan(\arccos(0,948)) - \tan(\arccos(0,98))) = 9,7 \text{ Kvar}$ que es la potencia reactiva que tendrá el banco de capacitores para mejorar el factor de potencia a 0,98.

Tablero de medidores.- El NATSIM nos dice que todo tablero estará protegido contra contactos accidentales, así como contra la penetración de cuerpos extraños en su interior.

En ningún caso se instalará junto al tablero, equipos o materiales que sean fácilmente combustibles.

La distancia entre partes bajo tensión y los revestimientos de chapa tienen que ser de 40 mm., como mínimo; de 100 mm., entre dichas partes y las puertas de 200 mm., tratándose de largueros.

La barra del neutro y de tierra estará ubicada en un lugar accesible para revisar fácilmente todas sus conexiones.

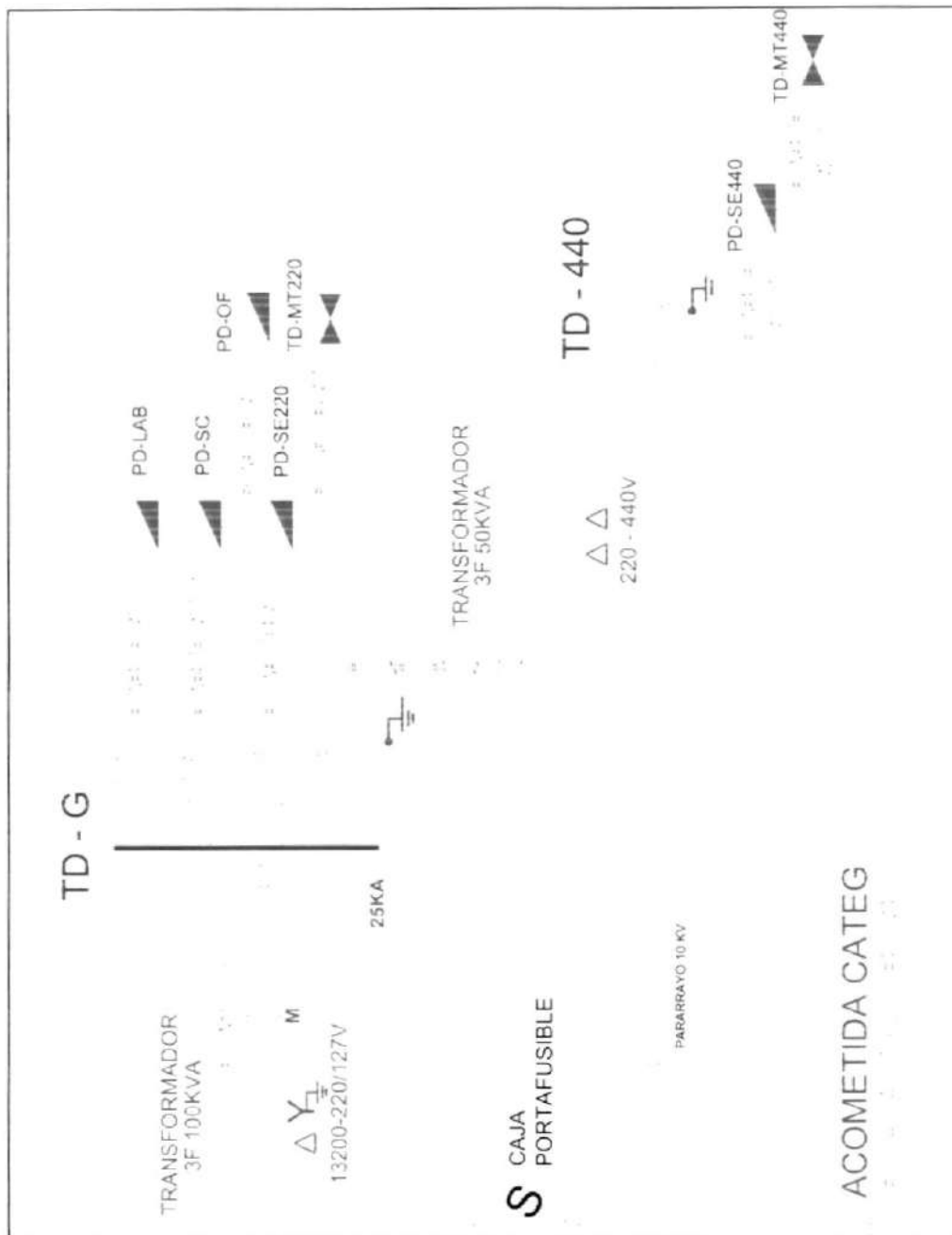
La medición en baja tensión se hará en lo posible para demandas de hasta 300 kilovatios (800 amperios).

Cuando la carga de un Consumidor requiera de la protección de un disyuntor de ampacidad mayor de 175 amperios y hasta 1000 amperios, la medición se hará utilizando medidores clase 20, tipo socket con transformadores de corriente.

Los medidores serán instalados, en un lugar de fácil y libre acceso para el personal de la Empresa y a una altura de 1.80 m con respecto al piso terminado.

En caso de que el medidor no registre las pérdidas de transformación, la Empresa las determinará y las incluirá en la facturación mensual.

Con todo lo expuesto anteriormente se concluye en el siguiente diagrama unifilar:



PLANO 3.6.

Para un mejor detalle se puede referir al anexo A, en plano EL-1.

3.1.3.3. Esquema de distribución de baja tensión.- En esta parte se describe toda la parte que concierne a baja tensión como son los circuitos de:

Iluminación.

Fuerza.

Iluminación.- Básicamente el sistema de alumbrado dentro de las oficinas y el laboratorio consta de 14 ojos de buey de 75 vatios, 27 lámparas tipo biac de 3x32 vatios, 10 lámparas de 2x32 vatios y 7 campanas de 150 vatios a 220 voltios.

Así mismo la iluminación en el exterior consta de 8 lámparas tipo cobra de vapor de sodio de 400 vatios a 220 voltios.

Cabe señalar que el montaje de los interruptores se considera 1.20 metros sobre el nivel del piso terminado.

A continuación se muestra un plano de alumbrado, más ampliamente detallado en el anexo A, en el plano EL-2:



PLANO. 3.7.

Fuerza.- Los tomacorrientes de los circuitos de 120 V, serán del tipo doble 15A-250 V, con placa, similar a los interruptores.

Los tomacorrientes de los circuitos de 240 V, serán sencillos, para empotrar en caja, la capacidad de los mismos viene indicada en el plano respectivo. Se considera 0.40 metros, la altura de montaje del tomacorriente.

El laboratorio tiene 50 tomacorrientes normales a 110 V, 9 tomacorrientes de 220 y 7 tomacorrientes trifásicos.

Donde existen dos posiciones la primera será a cuarenta centímetros sobre el nivel del piso y la otra es sobre mesón a un metro sobre el nivel del piso.

Cabe resaltar que existen dos tomacorrientes especiales, exclusivamente para mantenimiento.

En el siguiente plano se muestra los circuitos de tomacorrientes descritos anteriormente, más ampliamente detallado en el anexo A, en el plano EL-2:



PLANO 3.8.

3.1.3.4. Diseño de bancos de prueba.- Este literal trata del diseño del controlador de los ensayos, llamado banco de prueba.

Básicamente el banco de prueba es la consola que controla los arranques de la máquina a ensayar, diseñada de tal forma que tenga la posibilidad de escoger entre un arrancador directo, un arrancador estrella triángulo y un arranque con variador de frecuencia, permitiendo realizar las mediciones de parámetros básicos como voltaje, amperaje y potencia con la ayuda de equipos de medición.

Para poder realizar los arranques necesitamos de varios dispositivos que se explican a continuación.

El contactor: Es un dispositivo designado a cerrar o interrumpir la corriente en uno o más circuitos eléctricos, normalmente funciona con mando a distancia, en lugar de ser operados manualmente. Está diseñado para maniobras frecuentes bajo carga y sobrecargas normales.

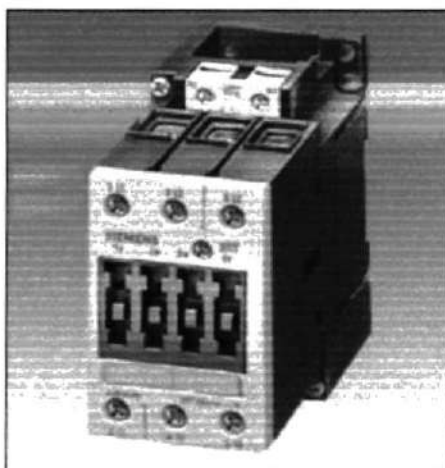


FIGURA 3.8. Contactor.

Atendiendo al tipo de accionamiento, se pueden tener: Contactores electromagnéticos, electromecánicos, neumáticos, etc., de los cuales, el contactor electromagnético es el más utilizado en las variantes de pequeña, mediana y gran potencia. La sencillez de construcción, unida a su robustez, su reducido volumen y el mantenimiento prácticamente nulo, lo hacen insustituible.

El contactor electromagnético es un contactor cuyo accionamiento se debe a la fuerza de atracción de un electroimán.

Relé de protección: destinados a proteger un circuito eléctrico contra las condiciones anormales de funcionamiento como relés sobre o bajo voltaje, relés térmicos, que sirven para la protección de sobrecargas, etc.

Relé Térmico: Se puede definir un relé, como un dispositivo electromecánico, que en función de la variación de una magnitud física o eléctrica, actúa, determinando el funcionamiento de otro dispositivo, el cual se destina a controlar el calentamiento de los arrollamientos de los motores y a provocar la apertura automática del contactor cuando alcanza un calentamiento límite.

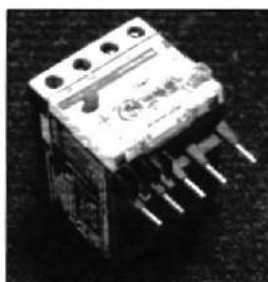


FIGURA 3.9. Térmico.



CIB -ESPOL

Poseen siempre un elemento fundamental que alienta en función de la corriente del motor y que provoca la apertura automática de un contacto, cuando se alcanza la temperatura de reacción. Este elemento fundamental es generalmente un bimetetal, formado por dos láminas estrechas y delgadas de metales diferentes y soldados. Los metales se escogen de forma que tengan coeficientes de dilatación muy diferentes.

En estas condiciones, el bimetetal se curva y presenta una deflexión variable con la temperatura. Al curvarse, motiva a la apertura de un contacto que puede interrumpir el circuito de la bobina del contactor.

Relé de tiempo: Es un aparato capaz de cerrar o abrir sus contactos de salida, luego de transcurrido un determinado tiempo posterior a la excitación o desexcitación de su elemento de operación.

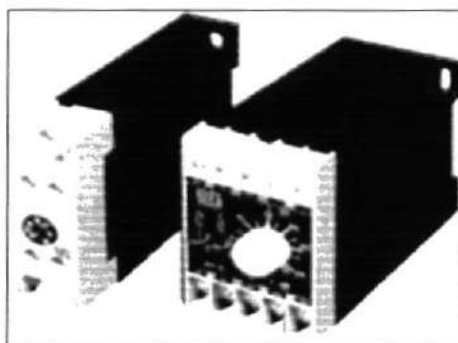


FIGURA 3.10. Relé de tiempo.

Los relés de tiempo son conocidos también como temporizadores y son utilizados para producir la automatización en función del tiempo, de una gran variedad de control.

Pulsadores: Son aparatos de maniobra clasificados como interruptores, que tienen retroceso, son accionados manualmente y se emplean para el mando de pequeñas potencias.

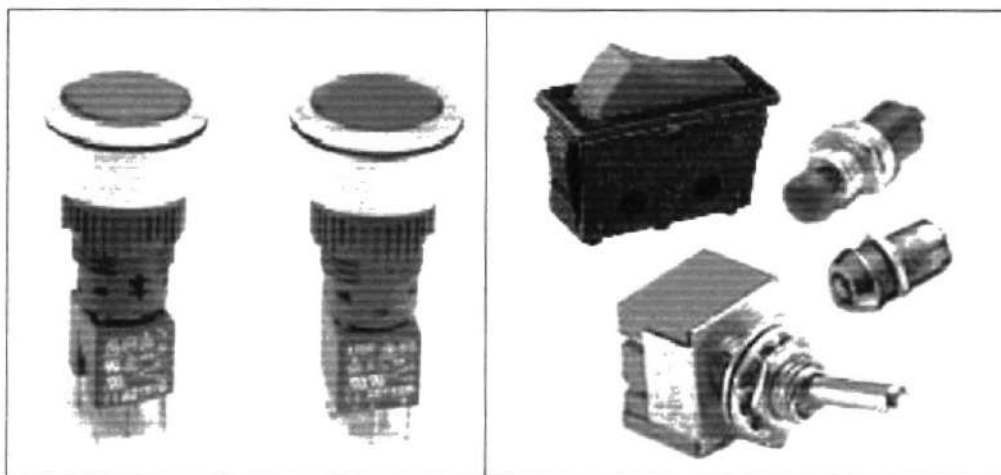


FIGURA 3.11. Pulsadores e interruptores.

Son los más utilizados en la operación de contactores y fundamentalmente, en el mando de motores eléctricos.

Los selectores de mando: Son elementos similares a los pulsadores pero sin retroceso, su acción es instantánea tanto al cierre como en la apertura.

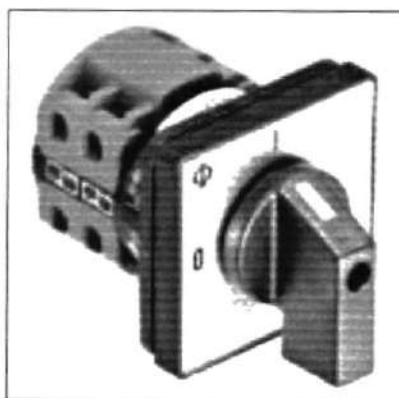


FIGURA 3.12. Selector.

Existen en el mercado, con accionamiento por palanca, botón, y llave.

Variador de Frecuencia: Los variadores de frecuencia son utilizados en motores de corriente alterna para variar la velocidad por medio de la variación de la frecuencia.



FIGURA 3.13. Variador de velocidad.

Además se puede tener un control de los parámetros de entrada del motor, pudiendo también controlar corrientes, arranques, paradas, frenados, etc.

En el mercado existen muchas marcas que proveen estos dispositivos, como Siemens, General Electric, ABB entre otras. Por tener una amplia variedad, confiabilidad y soporte técnico inmediato nos acogemos a la marca Siemens.

Lo primero que vamos a mostrar es el diagrama de control y fuerza del tablero de arrancadores:

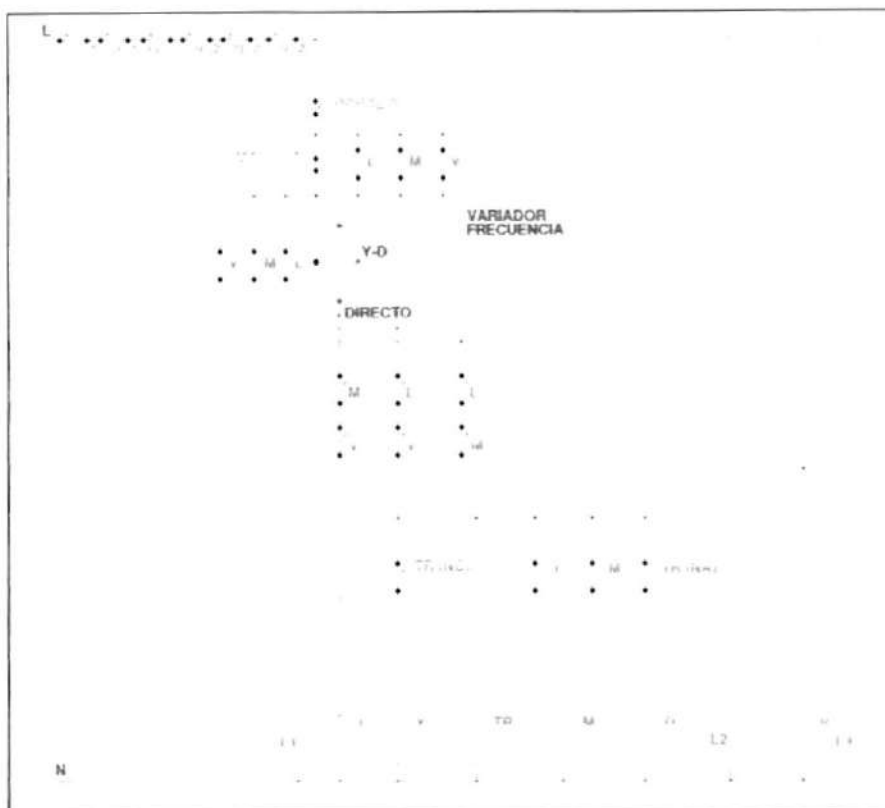


FIGURA 3.14. Diagrama de control de la consola de ensayo.

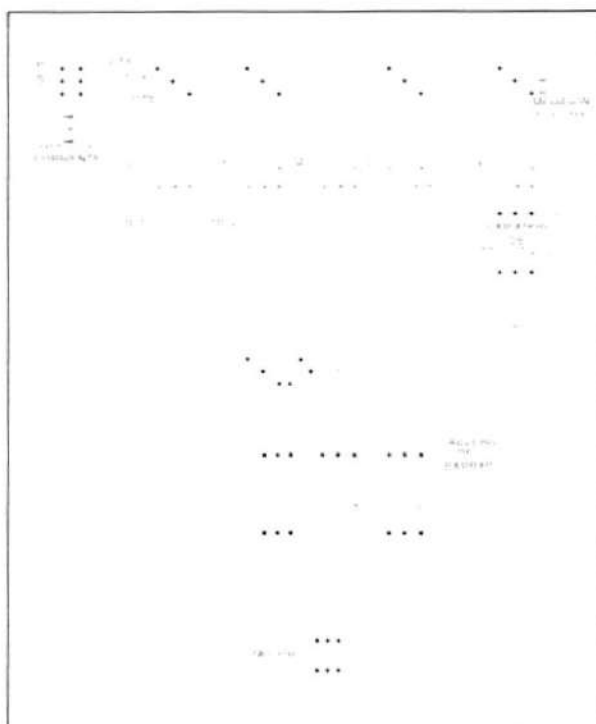


FIGURA 3.15. Diagrama multifilar del tablero de arrancadores.

Entonces en los diagramas se puede observar que existe un selector para seleccionar el arranque que se desee realizar, según el motor o el ensayo, además se puede destacar que existe un bloqueo para cuando se da marcha a un ensayo con un arranque previamente seleccionado, aunque se mueva la posición del selector en medio de la prueba esta no desactivará. Solo podrá suceder esta alternativa pulsando el botón de parada y solo este. El pulsador de marcha da arranque al ensayo y el de parada interrumpe el ensayo.

Para la seguridad, existe el pulsador de parada para cualquier interrupción de emergencia que se requiera, también tenemos los contactos de los OLs para cualquier falla de carácter térmico en el motor.

La medición para corriente es realizada por CT's y para voltaje es directa, donde las señales de estos equipos son llevadas a la consola de control.

La elección de los contactores y térmico es simple, solo se calcula la corriente nominal que va a soportar el contactor, en este caso es la del motor de máximo caballaje a ensayar, es decir 50 hp, pero lo vamos hacer como si fuera de 100 hp para tener un margen de reserva.

Por lo tanto tenemos que la selección para 220 voltios es de la siguiente manera:

$$100 \text{ hp} = 74600 \text{ vatios}$$

Entonces $I = 74600 / (\text{raiz}(3) \times 220 \times 0.85) = 230 \text{ Amperios}$ Refiriéndonos a un proveedor conocido en nuestro medio "Siemens" es un contactor de tamaño S10 tipo 3RT1065 y un térmico 3RB1066.

Para 440v tenemos:

$I = 74600 / (\text{raiz}(3) \times 440 \times 0.85) = 115 \text{ Amperios}$ Refiriéndonos a "Siemens" es un contactor de tamaño S6 tipo 3RT1055 y un térmico 3RB1056.

El dimensionamiento del breaker principal es igual a la corriente nominal del motor más el 25 % lo cual da un valor de 287 amperios, esto es un breaker de 300 amperios.

De igual forma para el breaker principal del tablero a 440 voltios lo cual da 143 amperios para la selección de un breaker de 150 amperios.

Por último las barras que incluyen los tableros son dimensionadas de acuerdo a la tabla siguiente:

Dimensiones de la barra. (mm ²)	Barras Pintadas		
	Número de Barras		
	I	II	III
12 x 2	125	225	-
15 x 2	155	270	-
15 x 3	185	330	-
20 x 2	205	350	-
20 x 3	245	425	-
20 x 5	325	560	-
25 x 3	300	520	-
25 x 5	395	670	-
30 x 3	355	610	-
30 x 5	450	780	-
40 x 3	460	790	-
40 x 5	600	1000	-
40 x 10	850	1500	2060
50 x 5	720	1220	1750
50 x 10	1030	1800	2450
60 x 5	850	1430	1950
60 x 10	1200	2100	2800
80 x 5	1070	1900	2500
80 x 10	1560	2500	3300
100 x 5	1350	2300	3000
100 x 10	1880	3100	4000
120 x 10	2250	3500	4500
160 x 10	2800	4400	5800
200 x 10	3350	5300	6900

TABLA 3.10. Dimensión de barra según el amperaje.

Entonces según la tabla se elige la barra de dimensiones 20 x 3 mm² para el tablero a 220 voltios y la barra de dimensiones 12 x 2 mm² para el tablero a 440 voltios.

Cabe indicar que las barras son de las mismas dimensiones tanto para las fases como neutro y tierra así como también está conformado el tablero de barras, el cual cumple la función de facilitar la conexión del tablero hacia los bornes del motor.

A continuación se muestra un plano del tablero de arranque a 220 y 440 voltios con su respectivo tablero de barra.

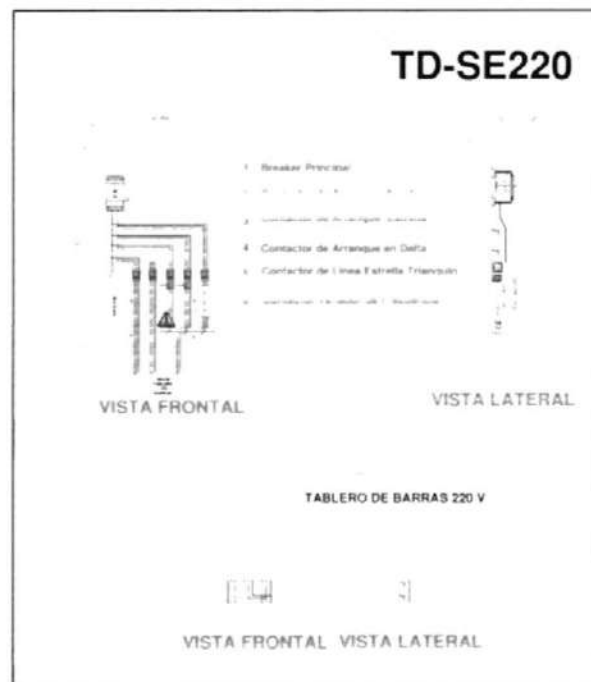


FIGURA 3.16. Tablero de arrancadores a 220 voltios.



FIGURA 3.17. Tablero de arrancadores a 440 voltios.

Entonces se procede a al diseño de la consola de control de ensayos. En esta consola se alojaron los medidores de voltajes y corrientes, tipo análogo, para siempre estar en constante monitoreo del comportamiento de cualquier línea que se requiera. Además un selector de tres posiciones para la elección del arranque ya sea directo, estrella triángulo o con variador de frecuencia, también consta de luces pilotos, y un reóstato para variar la carga aplicada a la máquina, los pulsadores de arranque y parada y por supuesto una PC.

A continuación se muestra un gráfico de la consola de control.

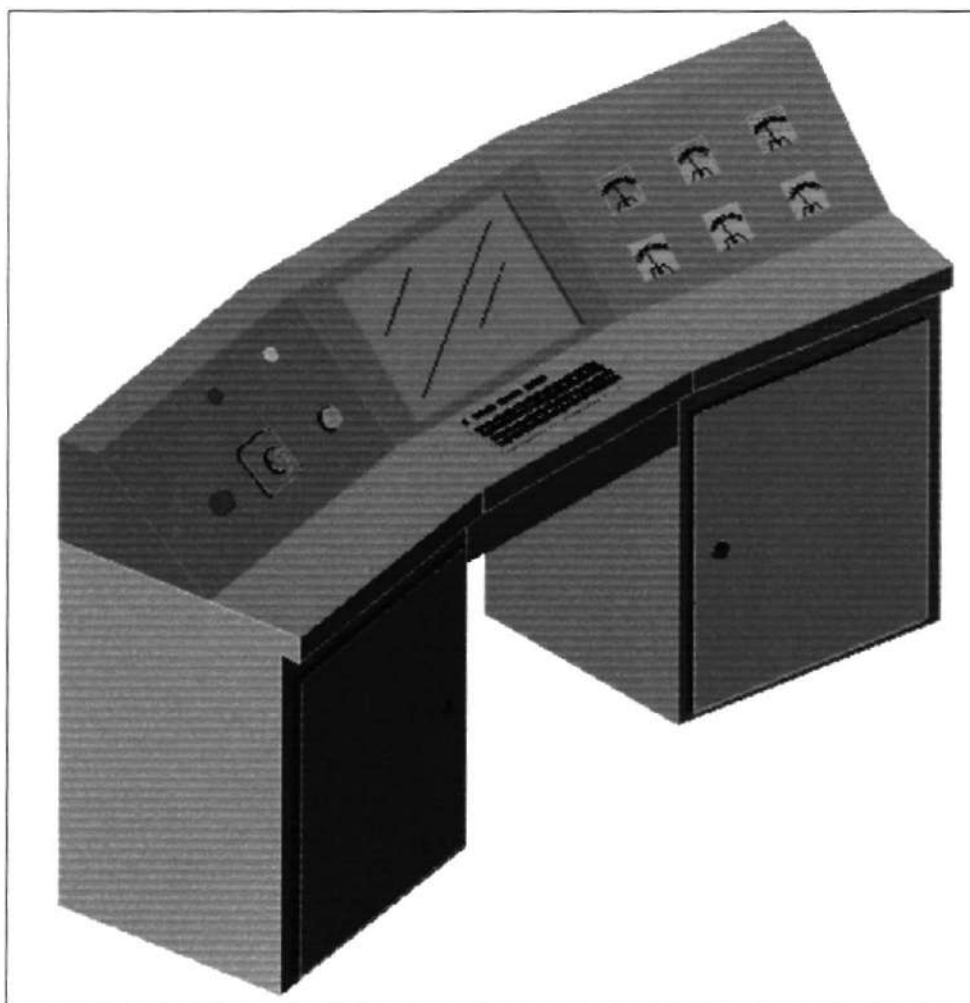


FIGURA 3.18. Consola de control de ensayos.

3.1.3.5. Diseño de la puesta a Tierra.- Las razones por las cuales los sistemas y circuitos eléctricos son puestos a tierra se pueden sintetizar en dos: Protección del personal y protección del equipo limitando el voltaje debido a: Rayos, sobrevoltaje transitorios, contacto accidental con líneas de alto voltaje y estabilizando el voltaje durante operaciones normales y operaciones de los interruptores de circuito.

De acuerdo a lo dictado por el artículo 250 del NEC todo el sistema estará debidamente aterrizado, para esto, la puesta a tierra se hará mediante varillas Copperweld enterradas, donde se conectarán los conductores de la red de tierra.

El número de varillas dependerá de la resistividad del terreno de tal manera que la resistencia a tierra no exceda:

- En grandes subestaciones 1 Ohm
- En instalaciones industriales 5 Ohm
- En instalaciones residenciales 25 Ohm

Para tener la seguridad de que la resistencia de puesta a tierra tenga un valor muy bajo, se tiene prevista la instalación de una malla que servirá para todo el sistema eléctrico del laboratorio (canalizaciones, equipos, tableros, etc.), la cual será implementada en el cuarto eléctrico.

Para realizar el diseño de la malla se necesita conocer el valor de la resistividad del suelo y para hallarlo se describe un procedimiento.

Resistividad del suelo.- La medición se deberá efectuar en la zona del terreno en que se construirá la puesta a tierra, de no ser ello posible por falta de espacio, por la presencia de obstáculos u otras razones atendibles la medición se efectuará en otra área lo más próxima posible a dicha zona.

La unidad de resistividad del suelo es el ohm-centímetro ($\Omega\text{-cm}$), la resistividad de un suelo determinado es igual numéricamente a la resistencia que ofrece el terreno contenido en un cubo de 1 cm de arista, que se mide entre las caras opuestas del cubo, como se muestra en la siguiente figura.

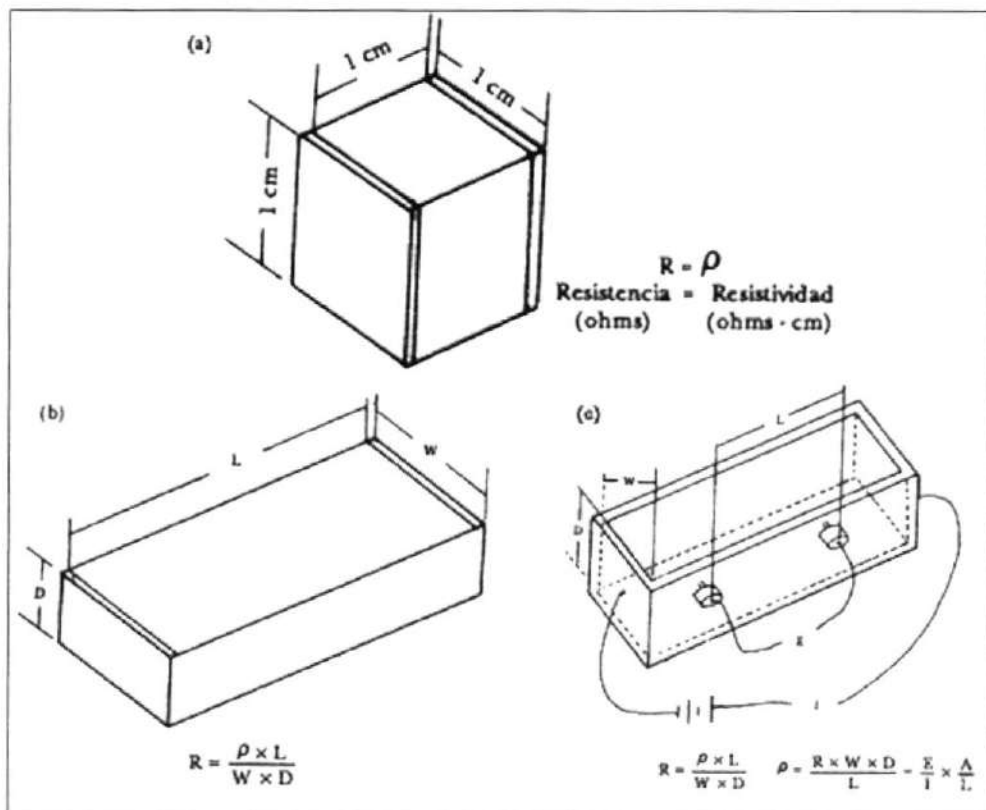


FIGURA 3.19. Cuadro descriptivo de la resistividad del suelo.

L = Longitud.

D = Profundidad.

W = Ancho.

La resistencia de un sólido rectangular está dada por:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{W \cdot D},$$



CIB-ESPOL

En donde W, L y D son las dimensiones (en cm), como se ve en la figura, y ρ es la resistividad (en Ω cm) para que las unidades sean consistentes.

Hay que tener en cuenta el efecto de la humedad, ya que la resistividad de muchos terrenos se puede ver notablemente influida por su contenido de humedad debido a que la resistividad del terreno es inversamente proporcional a la humedad del mismo y también el efecto de la de la temperatura, donde la resistividad del terreno aumenta a medida que la temperatura desciende hacia el punto de fusión (0° F y 32 °F). Por debajo de este punto, la resistividad crece muy rápidamente.

Para encontrar la resistividad del terreno serán aceptados como métodos normales de medición las configuraciones tetraeléctricas conocidas como Schlumberger o Wenner, las cuales podrán aplicarse indistintamente, pero una sola de ellas en cada oportunidad. Vamos a utilizar el método de Wenner, más conocido como método de los 4 electrodos, el cual se describe a continuación:

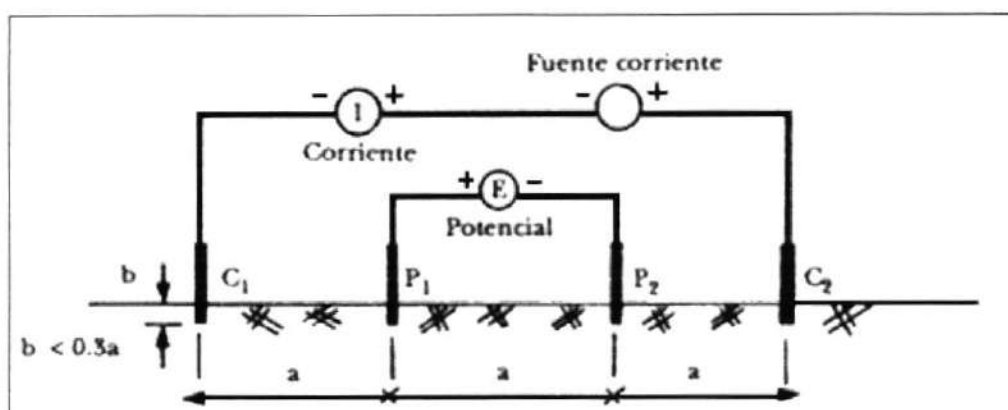


FIGURA 3.20. Método de Wenner.

La medida que se obtiene es un valor promedio a una profundidad aproximadamente igual que el espaciado entre los electrodos. Es costumbre efectuar las mediciones de resistividad con un espaciado entre electrodos previamente establecido.

Los detalles de la operación varían de acuerdo con el instrumento particular empleado, pero el principio es común a todos. Se entierran cuatro varillas de cobre equiespaciadas, y se conectan las dos externas (C₁ y C₂ en la figura) a las terminales de la fuente de corriente, y las dos internas (P₁ y P₂ de la misma figura) a un medidor potencial (voltímetro). Nótese que se mide la resistencia entre las dos varillas internas o electrodos de potencial; las dos varillas externas sirven para introducir corriente en el suelo.

El valor obtenido corresponde a la resistividad promedio a una profundidad aproximadamente igual al espaciado entre los electrodos.

Donde los electrodos serán enterrados a una distancia $b = 0.3 \times a$ es decir el treinta por ciento del espacio entre electrodos.

La fórmula para hallar la resistividad empleada es la siguiente:

$$\rho = 2\pi a \frac{E}{I} .$$

Pero una fórmula más exacta para calcular la resistividad, se muestra a continuación:

$$\rho = \frac{4\pi AR}{1 + \frac{2A}{\sqrt{A^2 + 4B^2}} - \frac{2A}{\sqrt{4A^2 + 4B^2}}}$$

Donde:

ρ = Resistividad.

R = Resistencia

A = Separación de entre electrodos

B = Profundidad de los electrodos enterrados.

Se utilizará un geóhmetro de cuatro terminales con una escala mínima de 1, con una resolución no mayor de 0,01 y una escala máxima no inferior a 100.

Malla de puesta a Tierra.- La malla estará colocada en el cuarto eléctrico el cual tiene un área de 20 m², entonces, luego de obtener el valor de la resistividad del terreno, para el diseño de la malla se realizaran los siguientes cálculos:

Con el transformador mayor 100 KVA, trifásico, con impedancia de 5% y un voltaje de 220 V en el secundario se calcula la corriente máxima de corto circuito:

La corriente máxima en el secundario (I_{sec}) será:

$$I_{sec} = (KVA \times 1000) / (\text{raiz}(3) \times V) = 100 \times 1000 / \text{raiz}(3) \times 220 = 262 \text{ A}$$

Donde:

KVA = Potencia del Transformador.

V = Voltaje secundario entre fase y fase.

La corriente de cortocircuito máxima será:

$$I_{cc \text{ max}} = (100\% / Z\%) \times I_{sec} = 100/5 \times 262 = 5248 \text{ A.}$$

La corriente de cortocircuito asimétrica será:

$$I_{cc \text{ asim}} = I_{cc \text{ max}} \times F_{asim}.$$

F_{asim} = Factor de asimetría = 1.25

$$I_{cc \text{ asim}} = 5248 \times 1.25 = 6560 \text{ A.}$$

Ahora calculamos el equivalente de área circular que igual a:

$$r = \text{raiz}(A/\pi) = \text{raiz}(20 \text{ m}^2 / \pi) = 6.36 \text{ m}^2.$$

Se ha establecido que un conductor de cobre puede transportar una corriente de 1 amperio por 5 segundos por cada 42.25 cmils de sección transversal sin ser destruido.

Entonces tenemos que: $I_{cc \text{ max}} = \text{sección transversal (cmils)} / 42.25 \text{ cmils.}$

Sección transversal = $I_{cc \text{ max}} \times 42.25 = 5248 \times 42.25 = 221728 \text{ cmils}$ y vemos que según la tabla 3.11 el 4/0 es el calibre adecuado.

Calibre AWG	Area Circ. Mils
18	1620
16	2580
14	4110
12	6530
10	10380
8	16510
6	26240
4	41740
3	52620
2	66360
1	83690
1/0	105600
2/0	133100
3/0	167800
4/0	231600

TABLA 3.11. Calibre del conductor en circular mils.

Generalmente se utilizan electrodos de tierra como complemento de la malla. En la práctica se ha determinado que la cantidad de varillas o electrodos de tierra (10 pies x 3/8") se puede obtener dividiendo la corriente de falla entre 500.

Entonces tenemos que:

$$N \text{ mínimo de varillas} = I \text{ de falla} / 500 = 5248/500 = 11.$$

Entonces la malla tendrá 12 varillas, las cuales se distribuirán de forma uniforme y que el calibre del conductor que las unirá será de 4/0 desnudo.

La soldadura utilizada para la unión del conductor con la varilla será de tipo cadweld y la excavación del terreno para la malla será entre los 30 y 50 cm de profundidad.

En el siguiente plano se muestra la malla de puesta a tierra, y con un mayor detalle se puede referir al anexo A, en el plano EL-4.



PLANO 3.9.

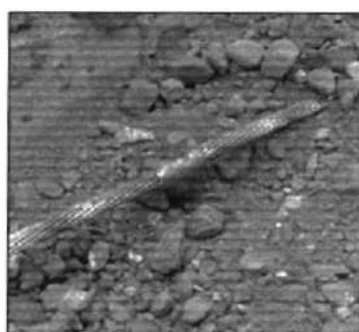


FIGURA 3.21. Toma real de unión varilla cable.

La resistencia de malla de tierra se la puede determinar teóricamente utilizando la siguiente fórmula de Laurent:

$$R = \rho(1/(4r) + 1/L)$$

Donde:

r = Radio equivalente del sistema.

L = Longitud total del conductor de la malla (metros).

ρ = Resistividad de terreno ohm-m.

Para medir la resistencia de puesta a tierra se usa uno de los métodos más utilizados el método de caída de potencial, el cual se describe a continuación:

Método de Caída de Potencial.- Requiere del uso de dos electrodos auxiliares de medida bien distantes de la puesta a tierra (Figura 3.22), uno de ellos destinado a cerrar el circuito de corriente hallándose efectivamente fuera de la influencia de la puesta a tierra, por lo que su interfase de contacto con el suelo debe tener baja resistencia, y el otro que se consagra al circuito de potencial que mide la caída de tensión hasta el punto de potencial cero que representa la tierra remota; en este caso la exigencia del contacto del electrodo con el suelo es mínima (< 3000 w), no obstante en dicha localización la densidad de líneas de corriente debe ser muy baja.

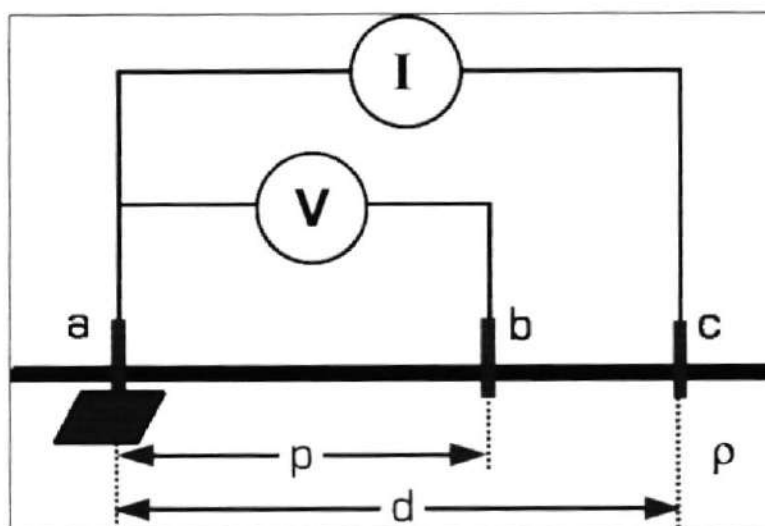


FIGURA.3.22. Cuadro descriptivo del método de caída de potencial.

La medida consiste en hacer circular una corriente (I) generada por una fuente, entre el electrodo de puesta a tierra (a) y el electrodo más lejano con el que se cierra el circuito de corriente (a,c), registrando la caída de tensión (V) entre la puesta a tierra y el electrodo más cercano que corresponde al circuito de potencial (a,b), de modo que éste último se halle localizado en un punto que cumpla con ser identificado por su potencial cero.

Resultando una ecuación de segundo grado cuya solución de raíz positiva permite establecer la relación general de las distancias de medida de los circuitos de corriente (d) y de potencial (p)

$$p = 0,618 \times d \text{ p.u.}$$

Lo cual quiere decir que el electrodo de potencial (b), para representar el valor cero de la tierra remota (Figura 3.23), debe estar ubicado exactamente a la distancia (p), dado que en otro punto, aún dentro de la misma trayectoria

representaría un potencial diferente de cero que se sustraería o añadiría a la medida.

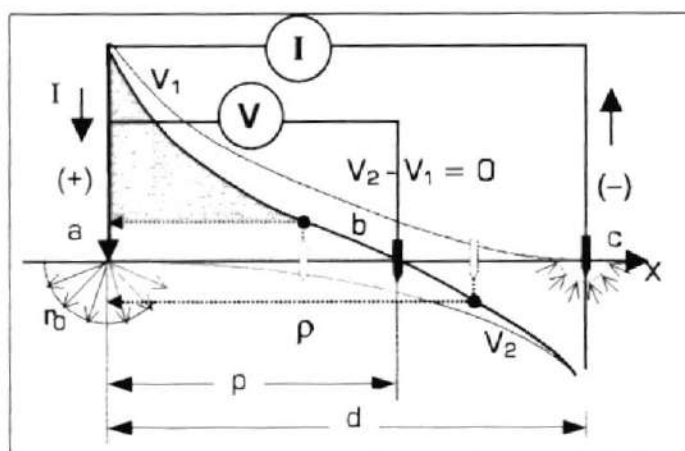


FIGURA.3.23. Corrientes y potenciales de medida del método caída de potencial.

Potencial sustraído ocurre cuando el electrodo (b) se halla más próximo a la puesta a tierra (a), dando resultados de medidas (optimistas) de menor resistencia que la real.

Potencial añadido: Ocurre cuando el electrodo (b) se halla más próximo al electrodo de corriente (c), dando resultados de medidas (pesimistas) de mayor resistencia la real.

La corriente de medida deberá circular exclusivamente por el circuito que involucra al electrodo de puesta a tierra (a) con el electrodo auxiliar de corriente (c); es decir, la puesta a tierra deberá estar totalmente desprovista de cualquier otra conexión que signifique un consumo de energía no sostenible por la capacidad de la fuente; tal es el caso de las «bajadas» de

conexión (Figura 3.24) desde los bornes de masa o desde la barra equipotencial del tablero, cuyos circuitos involucran capacitancias parásitas hacia tierra, creando caídas de tensión adicionales que el instrumento registra entregando valores inferiores a la resistencia realmente existente.

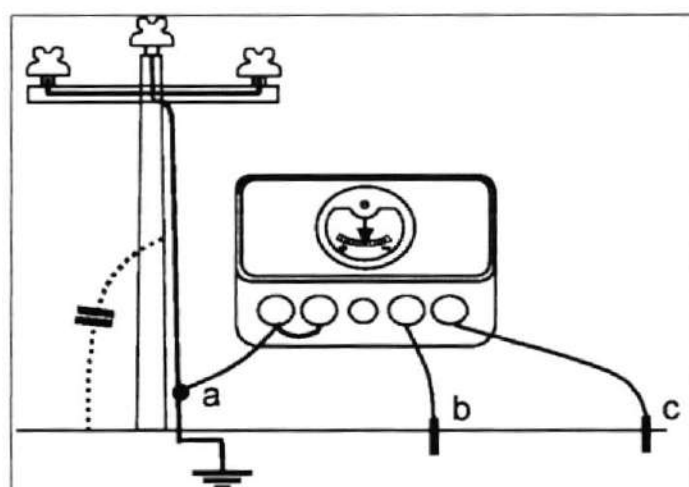


FIGURA.3.24. Esquema de medida de resistencia de puesta a tierra.

La precisión de las medidas depende de la distancia (d) que se determine para el circuito de corriente, en relación a la cobertura de la puesta a tierra que se representa por su radio eléctrico equivalente (r_0). En la Figura 3.25, para una puesta a tierra de radio eléctrico equivalente (r_0), cada curva de puntos (R contra p), corresponde a una distancia también fija (d); se observa entonces que los resultados conllevan menores errores cada vez que se toman mayores distancias (d).

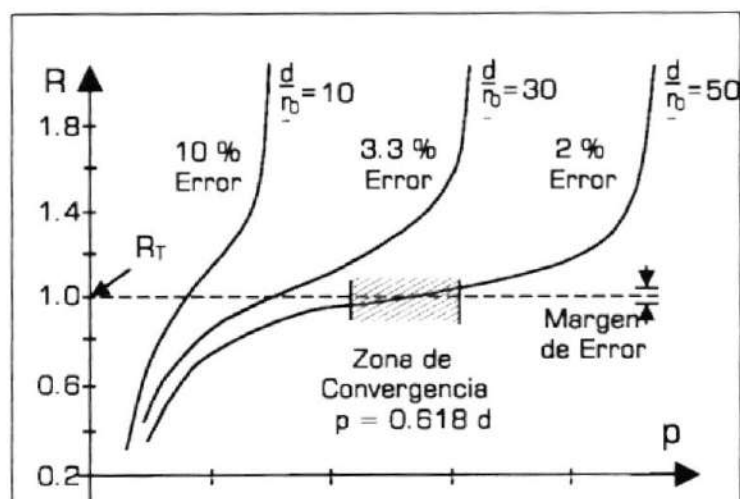


FIGURA.3.25. Características de medida en función del parámetro de Error.

El Estándar IEEE-81, recomienda para (d) un mínimo de 50 m ($d \ll 125 r_0$), y la Norma IEC un mínimo de 40 m ($d \ll 100 r_0$), para asegurar una mayor precisión; no obstante, es difícil de cumplir con los instrumentos portátiles convencionales que son de menor alcance.

La diferencia de potencial entre el electrodo de puesta a tierra y el punto representativo de la tierra remota ($V=0$), deberá ser establecida correctamente a partir del circuito de medidas, lo cual quiere decir que la cobertura de la puesta a tierra no debe tener influencia en el electrodo de medidas que se utiliza como sonda de potencial (no deben cerrarse líneas de corriente a través de dicho electrodo).

La finalidad de este método es conocer el valor de resistencia de puesta a tierra, obtenido al construir la malla a tierra de acuerdo a un diseño



específico. Este valor será comparado con el de diseño y será utilizado para calificar la efectividad esperada de la puesta a tierra.

3.2. Relación del laboratorio y no laboratorio.

En este ítem se demuestran las relaciones entre áreas que son específicamente para ensayo y sus complementos con áreas que no lo son, es decir se escoge como corazón del laboratorio a la sala de ensayo, y la relación que existe en su entorno, esto se explica en las siguientes partes:

Sala de mantenimiento y reparación.

Sala de servicios básicos.

Sala de conferencia y recepción.

3.2.1. Sala de mantenimiento y reparación.- La relación se conforma en que después de ensayar la máquina, se obtienen los datos para análisis y decidir si la máquina amerita ir a la sala de mantenimiento o reparación.

3.2.2. Sala de servicios básicos.- La relación se conforma en que los servicios básicos son necesarios para satisfacer las necesidades humanas, entonces cuando se realizan ensayos que duran muchas horas va a ser imprescindible la utilización de los servicios básicos.

3.2.3. Sala de conferencia y recepción.-

Esta relación se representa en la exposición y discusión de resultados obtenidos después de los ensayos.

3.3. Utilidades.

Existen muchos elementos que ayudaran al proceso de labor en el laboratorio por ello lo hemos dividido en las siguientes partes:

Repuestos.

Gabinetes.

Herramientas.

Grúa eléctrica.

3.3.1. Repuestos.- Estos son elementos necesarios como el repuesto de un equipo o un contactor.

3.3.2. Gabinetes.- Ya hemos visto anteriormente los gabinetes, por ello se definen como ayudan o complemento para alojar en su interior herramientas y equipos.

3.3.3. Herramientas.- Las herramientas son de mucha importancia en el mantenimiento y reparación de motores eléctricos.

Estas herramientas son las más básicas para el mantenimiento de motores como se puede observar en la figura consta de alicate, tijeras, pinzas, cortadora, martillo de hule, extractor, espadines de acero y baquetas de acero para la extracción de bobinas.



FIGURA.3.26. Herramientas para reparación de motores eléctricos.

También constan los moldes para fabricar bobinas de varias medidas los cuales se muestran a continuación:

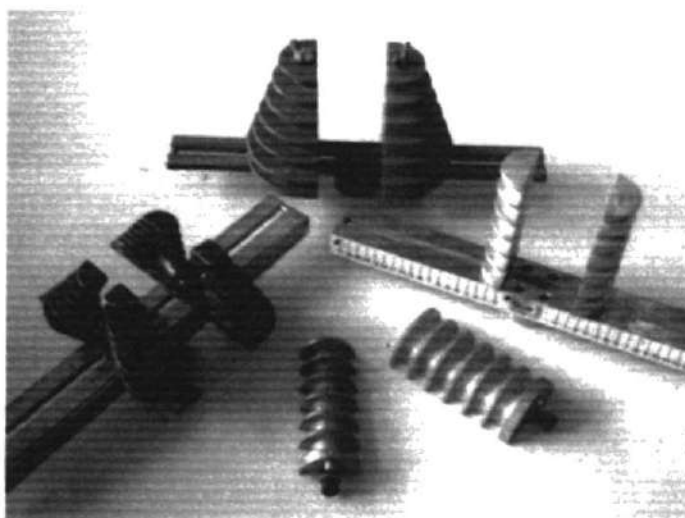


FIGURA.3.27. Moldes para fabricación de bobinas.

En el anexo C se muestran figuras descriptivas de reparaciones básicas para motores eléctricos.

3.3.4. Grúa eléctrica.- Esta es una herramienta de trabajo muy importante porque nos permitirá el transporte de la maquina a ensayar hacia las distintas salas que se requiera.

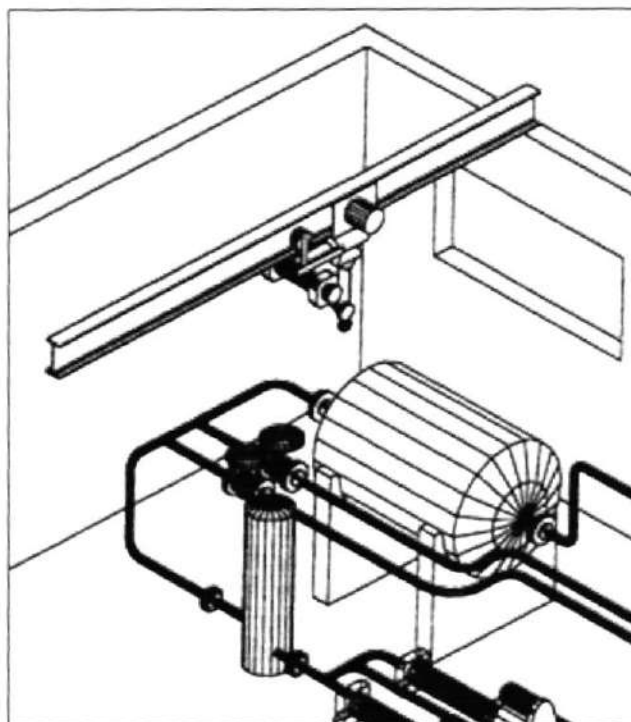


FIGURA 3.28. Grúa.

Es una grúa capaz de levantar 1500 kilogramos ya que un motor de 100 hp está entre los 800 y 1000 kilogramos según el fabricante. Tiene la posibilidad de subir, bajar, avanzar, retroceder, ir hacia la izquierda o hacia la derecha.

3.4. Consideraciones de diseño.

Vamos a mencionar unas consideraciones muy importantes en lo que se refiere a la construcción eléctrica:

1. - La instalación Eléctrica deberá ejecutarse en forma técnica, empleando materiales de primera calidad especificados en los capítulos respectivos.
2. - Por ningún concepto y bajo ninguna circunstancia se instalaran otro tipo de tubería que no sea la especificada y no se permitirá el uso de tuberías de diámetro inferior a $\frac{1}{2}$ ".
3. - La tubería EMT se instalará en forma sobrepuesta o empotrada, utilizando los accesorios apropiados, como uniones y cajas condulet, que asegure un empate o una unión mecánica rígida entre los distintos tramos de tubería y los accesorios de la misma.
4. -No se permitirán por ningún concepto el uso de roscas interiores en la tubería, ni en el empate entre las tuberías que no sean mediante uniones del tipo apropiado.
5. - El acoplamiento de tuberías y las cajas de conexión o salida, se hará mediante conectores apropiados, y por ningún concepto se permitirá la unión directa de tubería y la caja sin este accesorio.
6. - Toda la tubería deberá instalarse como un sistema completo antes que los conductores sean pasados en su interior además deberán limpiarse de manera apropiada para evitar la humedad y otros materiales que impidan el paso de los conductores.

7. - Cuando sea necesario instalar tuberías superficialmente estas se aseguraran con abrazaderas metálicas galvanizadas del mismo calibre que la tubería y espaciados cada 1.00 m
8. - Los paneles de disyuntores serán instalados y asegurados en su lugar debidamente, su empate con la tubería será por medio de conectores apropiados, y estarán a una altura conveniente con relación al piso para permitir el fácil acceso a los disyuntores y a las manillas de operación.
9. - En caso de que sea necesario se utilizara lubricante apropiado para el paso de conductores.
10. - Toda la conexión a equipos o motores que produzcan vibraciones, se lo hará con funda metálica, y será tipo sellada para el caso que este a la intemperie.
11. - Las Conexiones serán aseguradas de manera que no sean aflojadas por vibración, esfuerzos normales o el calentamiento propio del conductor.
12. - No se permitirán empalmes de conductores, en alimentadores excepto en el sistema de alumbrado y tomacorrientes.
13. - Todo el material a utilizarse en la instalación proyectada deberá ser obligatoriamente saneado y nuevo.

CAPITULO IV

SEGURIDAD DEL LABORATORIO

4.1. Efectos Fisiológicos de la electricidad.

El tratado de los peligros, la electrofisiología y la prevención de accidentes eléctricos requiere la comprensión de varios conceptos técnicos y médicos. Las definiciones de los términos electrobiológicos que se dan a continuación están tomadas del Vocabulario electrotécnico Internacional¹.

Un **choque eléctrico** es el efecto fisiopatológico resultante del paso directo o indirecto de una corriente eléctrica externa a través del cuerpo. Comprende contactos directos e indirectos y corrientes unipolares y bipolares.

El término **electrocución** debe reservarse para casos seguidos de muerte; de los individuos (vivos o fallecidos) que han experimentado descargas eléctricas se dice que han sufrido **electrización**.

A continuación se muestra en la tabla siguiente algunos efectos fisiológicos directos de la electricidad:

¹ Capítulo 891 de International Electrotechnical Vocabulary (Electrobiología) (Comisión Electrotécnica Internacional) (CEI) (1979).

Efectos fisiológicos directos de la electricidad			
Grado	Efecto	Notas	Ilustración
1	Estimulación	El cuerpo humano es un conductor de la electricidad. La corriente eléctrica que pasa por el cuerpo produce efectos fisiológicos que dependen de la intensidad y del tiempo de exposición.	
2	Quemaduras	La corriente eléctrica que pasa por el cuerpo produce efectos fisiológicos que dependen de la intensidad y del tiempo de exposición.	
3	Parálisis	La corriente eléctrica que pasa por el cuerpo produce efectos fisiológicos que dependen de la intensidad y del tiempo de exposición.	
4	Resaca	La corriente eléctrica que pasa por el cuerpo produce efectos fisiológicos que dependen de la intensidad y del tiempo de exposición.	
5	Asfixia	La corriente eléctrica que pasa por el cuerpo produce efectos fisiológicos que dependen de la intensidad y del tiempo de exposición.	
6	Fibrilación ventricular	La corriente eléctrica que pasa por el cuerpo produce efectos fisiológicos que dependen de la intensidad y del tiempo de exposición.	

TABLA 4.1. Efectos fisiológicos directos de la electricidad²

4.1.1. Base física y fisiopatológico de la electrización.- Los especialistas en electricidad dividen los contactos eléctricos en dos grupos: directos, que implican el contacto con componentes activos, e indirectos, en los que los contactos tienen derivación a tierra. Cada uno de estos grupos exige medidas preventivas totalmente diferentes.

Contacto eléctrico directo: Es el contacto de personas con partes eléctricamente activas de materiales y equipos. La corriente deriva de su

² Tomado del apéndice 1 de la Guía de Seguridad de Laboratorio Universidad de Alcalá

trayectoria para circular por el cuerpo humano. Entre las afecciones más frecuentes se encuentran:

- **Paro cardíaco** (Fibrilación ventricular): Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por parada cardíaca.
- **Asfixia y paro respiratorio**: Se produce cuando la corriente eléctrica atraviesa el tórax e impide la acción de los músculos, los pulmones y la respiración.
- **Tetanización / contracción muscular**: Consiste en la anulación de la capacidad de reacción muscular que impide la separación voluntaria del punto de contacto eléctrico.
- **Quemaduras**. Puede provocar desde enrojecimiento de la piel e hinchazón de la zona donde se produjo el contacto hasta carbonización.
- **Embolias**: Es el paso de la corriente puede dar lugar a la aparición de coágulos en la sangre que pueden obstruir alguna arteria.

Contacto eléctrico indirecto: Es el contacto de personas con elementos conductores puestos accidentalmente bajo tensión por un fallo de aislamiento.

En caso de contacto eléctrico indirecto, las afecciones sobre la salud humana están generalmente asociadas a:

- **Golpes** del cuerpo humano contra objetos, caídas, etc., ocasionados tras el contacto con la corriente.
- **Quemaduras** debidas al arco eléctrico. Pueden ser internas o externas por el paso de la intensidad de corriente a través del cuerpo, bien por 'Efecto Joule' o por proximidad al arco eléctrico.

Desde el punto de vista médico, el camino que recorre la corriente a través del cuerpo es el determinante clave del pronóstico y la terapéutica.

En lugares de trabajo, donde es normal la presencia de altas tensiones, es posible que salte un arco eléctrico entre un componente activo que se encuentre a alta tensión y los trabajadores que se acercan demasiado al componente.

Todas las tensiones presentes en los lugares de trabajo son susceptibles de provocar accidentes.

Los principales tipos de trabajo eléctrico que han recogido los ejes preventivos internacionales que se describen sobre prevención son:³

³ Efectos fisiológicos de la electricidad. Dominique Folliot. Capítulo 40 de la Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo



1. Actividades que implican trabajar con cables activos (la aplicación de procedimientos extremadamente rigurosos ha conseguido reducir el número de electrificaciones durante este tipo de trabajo);
2. Actividades que implican trabajar con cables desactivados,
3. Actividades realizadas en la proximidad de cables activos.

4.1.2. Fisiopatología.- En la ley de Joule para corriente continua tenemos:

$$W = V \times I \times t = R \times I^2 \times t$$



(El calor producido por una corriente eléctrica es proporcional a la resistencia y al cuadrado de la corriente) todas las variables guardan una estrecha relación entre sí.

Los organismos vivos son conductores eléctricos. La electrificación tiene lugar cuando hay una diferencia de potencial entre dos puntos del organismo. Es importante subrayar que el peligro de accidentes eléctricos no surge del mero contacto con un conductor activo, sino del contacto simultáneo con un conductor activo y otro cuerpo a potencial diferente.

Los tejidos y órganos que recorre la corriente pueden experimentar una excitación funcional motora que en algunos casos es irreversible, o bien sufrir lesión temporal o permanente, en general a consecuencia de quemaduras. El

grado de estas lesiones está en función de la energía liberada o de la cantidad de electricidad que atraviesa los tejidos.

4.1.3. Causas de muerte en la industria.- La principal causa de muerte es el colapso de la circulación periférica que sigue a la fibrilación ventricular, esta se presenta cuando no se aplica masaje cardiaco al mismo tiempo que la respiración boca a boca.

En casos raros, la causa de la muerte es la asfixia, debida al tétanos prolongado del diafragma, a la inhibición de los centros respiratorios en casos de contacto con la cabeza o a densidades de corriente muy altas.

Muchísimos electropatólogos e ingenieros de todo el mundo han estudiado las causas de la fibrilación ventricular, con objeto de idear mejores medidas protectoras, activas o pasivas dadas por la CEI.⁴

4.1.4. Papel de los diversos parámetros eléctricos.- Todos los parámetros eléctricos, es decir corriente, tensión, resistencia, tiempo, frecuencia y la forma de onda son determinantes importantes de las posibles lesiones, por sí mismos y en virtud de su interacción.

Para la corriente alterna, así como para otras condiciones antes definidas, se han establecido umbrales de corriente.

⁴ (Comisión Electrotécnica Internacional 1987; 1994).



La intensidad de corriente durante la electrización se desconoce, puesto que está en función de la resistencia del tejido en el momento del contacto por lo tanto podemos utilizar la siguiente formula:

$$\text{Intensidad} = \text{Voltaje} / \text{Resistencia}$$

Pero por lo general es perceptible a niveles que rondan 1 mA. A corrientes relativamente bajas la persona puede sufrir contracciones musculares que le impidan apartarse de un objeto activado.

El umbral de esta corriente está en función de la capacidad, del área de contacto, de la presión de contacto y de variaciones individuales.

En la práctica se puede ver el comportamiento de los seres humanos de la siguiente forma, como lo muestra la tabla siguiente:

Intensidad de corriente	Hombres	%	Mujeres	%	Niños	%	Acción
6mA	☼	100	☼	100	☼	100	Pueden apartarse
10mA	☼	98,5	☼	60	☼	7,5	Pueden apartarse
20mA	☼	7,5	–	0	–	0	Pueden apartarse
≥ 30mA	–	0	–	0	–	0	No pueden apartarse

TABLA 4.2. Comportamiento frente a la intensidad de corriente



Corrientes de unos 25 mA pueden provocar la tetanización del diafragma, el músculo respiratorio más potente. Si el contacto se mantiene durante tres minutos, sobreviene también la parada cardíaca.

Si todo lo demás es constante (V , R , frecuencia), los umbrales de corriente dependen también de la forma de onda, del peso de la dirección de la corriente en el corazón, de la relación entre el tiempo de tránsito de la corriente y el ciclo cardíaco, del punto del ciclo cardíaco en el cual llega la corriente, y de factores individuales.

En general se conoce la tensión que interviene en los accidentes, en casos de contacto directo, la fibrilación ventricular y la gravedad de las quemaduras son directamente proporcionales a la tensión, puesto que:

$$\text{Voltaje} = \text{Resistencia} \times \text{Intensidad} \quad y;$$

$$W = V \times I \times t$$

Las quemaduras debidas a una sacudida eléctrica de alta tensión van asociadas a muchas complicaciones, que sólo son predecibles en algunos casos.

La liberación de calor tiene lugar sobre todo en los músculos y en los haces neurovasculares. La pérdida de plasma que sigue al daño en el tejido origina shock, en algunos casos rápido e intenso. En el caso de contactos indirectos,

también se han de tener en cuenta la tensión de contacto (V) y el límite de tensión convencional.

La tensión de contacto es la tensión a la cual una persona queda sometida cuando toca al mismo tiempo dos conductores entre los cuales existe una tensión diferencial debida a un aislamiento defectuoso. La intensidad de la corriente de paso resultante depende de las resistencias del cuerpo humano y del circuito exterior. No se debe permitir que esta corriente llegue a ser superior a los niveles de seguridad o, lo que es lo mismo, deberá permanecer dentro de las curvas de seguridad tiempo-corriente. La tensión de contacto máxima tolerable por tiempo indefinido sin que induzca efectos electropatológicos se denomina **límite de tensión convencional** o, con una expresión más intuitiva, **tensión de seguridad**.

Se desconoce el valor real de la resistencia durante los accidentes eléctricos. La variación de las resistencias en serie por ejemplo, ropa y calzado explica gran parte de la variación observada en los efectos de accidentes eléctricos de una clara similitud, pero ejerce poca influencia sobre el resultado de accidentes que impliquen contactos bipolares y electrificaciones de alta tensión.

La frecuencia de la señal eléctrica responsable de los accidentes eléctricos es conocida de todos. En Europa, es casi siempre de 50 Hz, y en las Américas es por lo general de 60 Hz.



Para una tensión dada, la corriente alterna de frecuencia extremadamente baja, se considera que es de tres a cinco veces más peligrosa que la corriente continua en relación con los efectos que no sean quemaduras. Los umbrales antes descritos son directamente proporcionales a la frecuencia de la corriente. Así pues, a 10 Khz. el umbral de detección es diez veces superior.

4.1.5. Estudio clínico de la descarga eléctrica.- Es clásica la división de las electrificaciones entre incidentes de baja tensión (de 50 a 1.000 V) y de alta tensión (>1.000 V), en la siguiente tabla se muestra lo que puede ocasionar cada una de estas tensiones, desde el punto de vista clínico la descarga eléctrica.

Baja tensión	Alta tensión
Victimas pueden apartarse por si mismas	Experimentan perturbaciones o pérdida de conciencia
Conservan la conciencia	Al cabo de unos cuantos segundos de contacto aparecen pálidos o cianíticos, Dejan de respirar
Mantienen la ventilación normal	Presentan midriasis, indicativa de lesión cerebral aguda
Los efectos sobre el corazón se limitan a una simple taquicardia sinusal con o sin anomalías cardiográficas leves.	Tienen un pulso apenas perceptible
Secuelas pueden ser transitorias hasta que dure el tratamiento	Presentan complicación en los sistemas cardiovascular, nervioso y renal. Es necesario hospitalización
-----	Secuelas pueden ser permanentes
-----	Fallo cardíaco, lesión de válvulas y quemaduras miocárdicas, pero son raros

TABLA 4.3. Punto de vista clínico

Un estudio de accidentes eléctricos realizado en Francia demostró⁵ que las víctimas que sufrieron quemaduras se clasificaron en 4 tipos:

1. Quemaduras de arco, que suelen afectar a la piel expuesta y que en algunos casos se complican con quemaduras debidas a ropa ardiendo;
2. Quemaduras electrotérmicas múltiples, extensas y profundas, originadas por contactos de alta tensión;
3. Quemaduras clásicas, provocadas por ropa ardiendo y por la proyección de material en llamas,
4. Quemaduras mixtas, provocadas por arcos, incendio y paso de corriente.

4.1.6. Cuadros clínicos y problemas diagnósticos.- Debido a la variedad de aplicaciones industriales de la electricidad y por sus cada vez más frecuentes y variadas aplicaciones médicas, el cuadro clínico de la descarga eléctrica es complicado. Durante mucho tiempo los únicos accidentes eléctricos fueron los provocados por descargas atmosféricas. Las descargas atmosféricas acumulan cantidades de electricidad muy notables: una de cada tres víctimas de descargas atmosféricas muere. Los efectos de una descarga atmosférica "quemaduras y muerte aparente" son comparables a los resultantes de la electricidad industrial y son atribuibles a descarga eléctrica, a transformación de energía eléctrica en calor y a las propiedades eléctricas del rayo.

⁵ Departamento médico de la empresa suministradora de energía EDF-GDF en Francia.

4.1.7. Diagnósticos positivos y médico legal.- Tiene que ver con dar los diagnósticos rápidos y efectivos, indicando lo sucedido de tal forma de que las circunstancias en las cuales ocurre la descarga eléctrica son por lo general claras, para permitir un diagnóstico verdadero. La necesidad de realizar el diagnóstico positivo cuando hay fallo circulatorio tras la descarga eléctrica es de extraordinaria importancia, puesto que exige que rápidamente inicien los primeros auxilios inmediatos y básicos una vez que se haya cortado la corriente.

Otro diagnóstico positivo es la parada respiratoria en ausencia de pulso, lo indispensable es comenzar el masaje cardíaco y la respiración artificial boca a boca. Es un asunto con cierta importancia médico-legal: por ejemplo, cuando la víctima de un accidente se encuentra a varios metros de un armario eléctrico u otra fuente de tensión sin signos de lesión eléctrica.

El museo de electropatología de Viena ofrece una exhibición impresionante de estos signos, entre los que se cuentan vegetación carbonizada y arena vitrificada. Los objetos metálicos que llevaba la víctima pueden aparecer fundidos.

4.2. Objetivo de la seguridad.

La seguridad tiene que ser siempre llevada con seriedad y responsabilidad, debido a que de ella depende la vida de las personas y la conservación del laboratorio, por lo que se ha planteado los siguientes objetivos:

- Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo, uso y mantenimiento deberán cumplir lo establecido en la reglamentación electrotécnica, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos y señalización, así como cualquier otra normativa específica que les sea de aplicación.
- Velar por la seguridad del personal y el material, primando siempre el personal sobre el material.
- Tener el suficiente entrenamiento en el manejo de equipos y maquinaria que se encuentren en el laboratorio por parte del personal usuario.

4.3. Tipos de riesgos.

Existen diferentes tipos de riesgos que se pueden presentar en el laboratorio, para lo cual se ha considerado el riesgo de electricidad y riesgo por inseguridad en el trabajo, los mismos que están detallados mas adelante.

4.3.1. Riesgo de electricidad.- El riesgo eléctrico es aquel susceptible de ser producido por cualquier tipo de operación en instalaciones eléctricas y/o con equipos y aparatos de baja, media y alta tensión, como pueden ser operaciones de mantenimiento o experimentación con aparatos e instalaciones eléctricas.

4.3.1.1. Riesgo de incendios por causa eléctrica.- El riesgo de incendio por causa eléctrica es grande, debido a la participación del gran número de elementos que conforman una instalación, los mismos que deben ser calculados y dimensionados por personal que tenga conocimiento.

Los incendios provocados por causas eléctricas son muy frecuentes y estos ocurren por:

1. Sobrecalentamiento de cables o equipos bajo tensión debido a Sobrecarga de los conductores.
2. Sobrecalentamiento debido a fallas en termostatos o fallas en equipos de corte de temperatura.
3. Fugas debidas a fallas de aislamiento.
4. Autoignición debido a sobrecalentamiento de materiales inflamables ubicados demasiado cerca o dentro de equipos bajo tensión, cuando en operación normal pueden llegar a estar calientes.
5. Ignición de materiales inflamables por chispas o arco.

4.3.1.2. Shock eléctrico.- Es consecuencia de la disminución del aporte de sangre a los órganos vitales. Puede darse por varias causas:

- Pérdida importante de líquido (hemorragia, diarreas profusas, vómitos intensos, quemaduras graves).
- Reacción alérgica severa.
- Fallo del corazón.



CIB -ESPOL

- Infección grave.
- Dolor intenso.

Se debe sospechar si una persona este shock si presenta los siguientes síntomas:

- Causa previa: hemorragias severas, dolor.
- Piel pálida y sudor frío.
- Pulso débil y rápido.
- Movimientos respiratorios irregulares.
- Inquietud, ansiedad o sed.
- Confusión mental o inconsciencia.
- Tensión arterial baja.

4.3.1.3. Resistencia eléctrica del cuerpo.- Una lesión por corriente eléctrica es el daño que se produce cuando una corriente eléctrica atraviesa el cuerpo y quema el tejido o interfiere el funcionamiento de un órgano interno.

La corriente eléctrica que atraviesa el cuerpo genera calor, pudiendo quemar gravemente los tejidos y destruirlos. Una descarga eléctrica puede producir un cortocircuito en los sistemas eléctricos del organismo, provocando una interrupción en el funcionamiento del corazón (paro cardíaco).

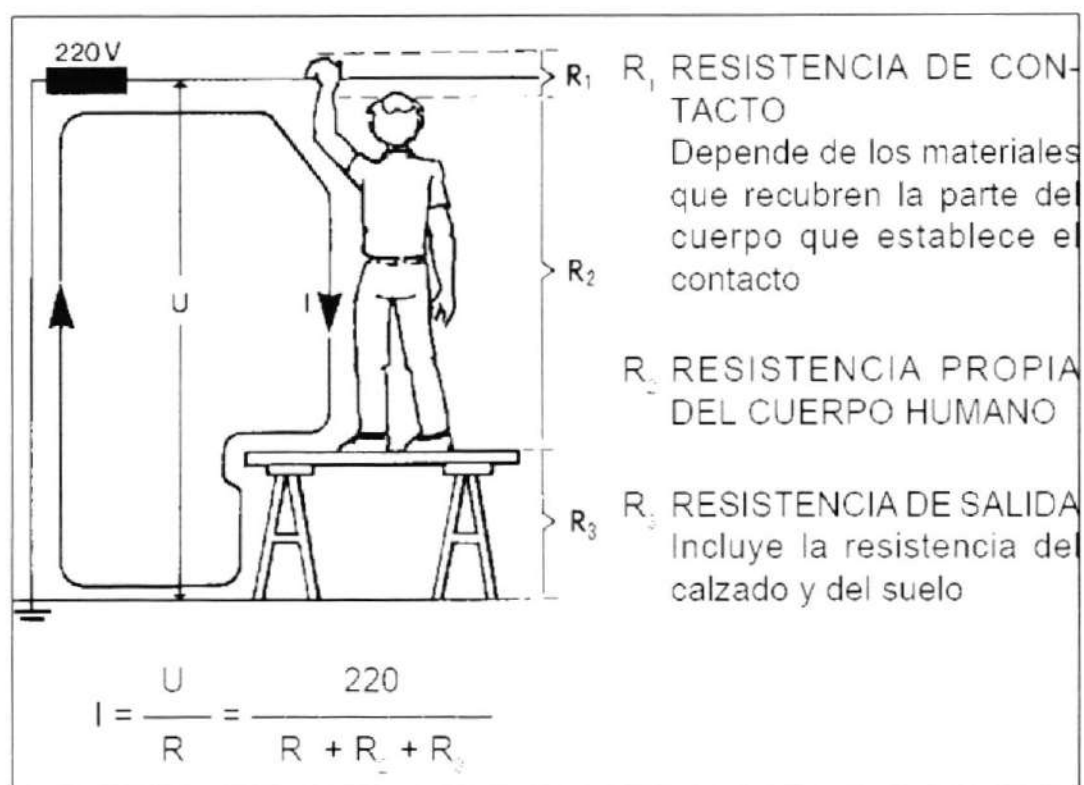


FIGURA 4.1. Resistencias que intervienen en un contacto eléctrico y la persona⁶

El cuerpo humano presenta una resistencia natural al paso de corriente, sin embargo el paso de corriente a través del mismo causa diversos efectos fisiológicos que pueden producir lesiones de gravedad variable. El camino que siga la corriente eléctrica a su paso por el cuerpo humano es determinante a la hora del diagnóstico para un médico, ya que así se pueden sospechar de lesiones a órganos que no son visibles salvo por otros métodos de diagnóstico de imágenes.

⁶ Tomado del apéndice 1 de la Guía de Seguridad de Laboratorio Universidad de Alcalá

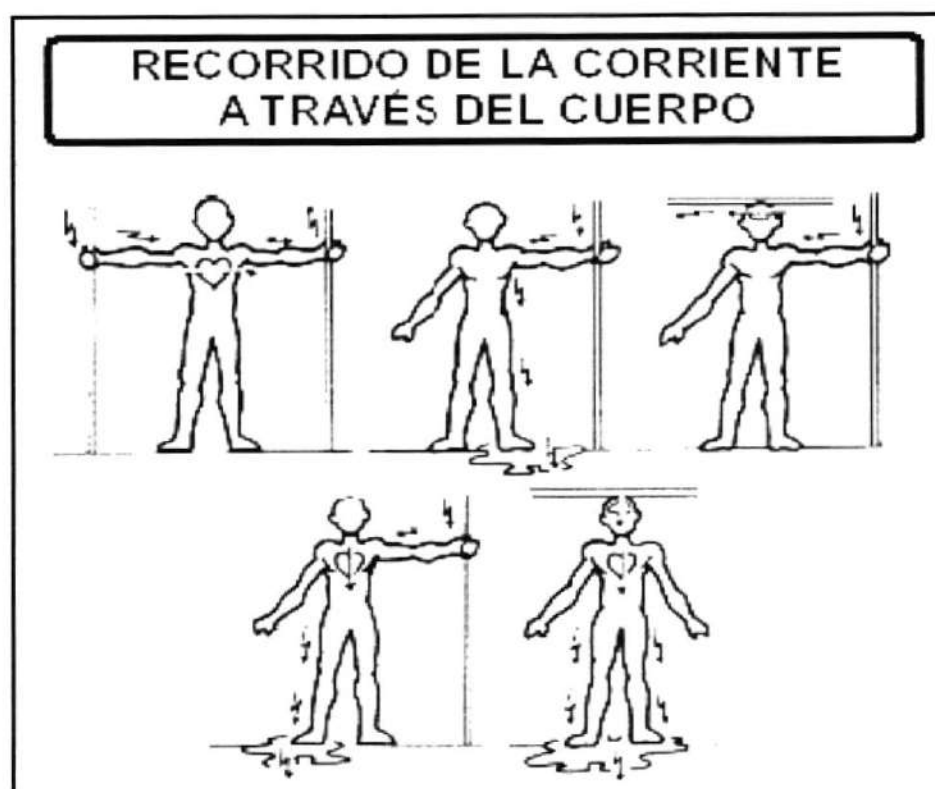


FIGURA 4.2. Recorrido de la corriente por el cuerpo humano⁷

Cuando el cuerpo humano se pone en contacto con un circuito eléctrico este forma parte del mismo y se le puede considerar en paralelo o en serie de acuerdo a la trayectoria de la corriente y a partir derivar los posibles efectos que pueda tener el paso de esta a través del tiempo, la disipación térmica que ocurre explicada por el efecto Joule y las alteraciones que produce esta a los diversos tejidos del organismo.

La impedancia eléctrica del cuerpo humano se emplea más frecuentemente para referirse a la resistencia del cuerpo humano, la cual

⁷ Tomado del apéndice 1 de la Guía de Seguridad de Laboratorio Universidad de Alcalá

depende de muchos factores como humedad, superficie de contacto, temperatura y otros. Las diferentes partes del cuerpo humano se presentan para la corriente eléctrica como elementos resistivos y capacitivos, es decir como un circuito eléctrico. Al paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano, este se comporta como la suma de tres resistencias en serie:

- Impedancia de la piel en la zona de entrada
- Impedancia del cuerpo
- Impedancia de la piel en la zona de salida

Hasta los 50 V en corriente alterna, la impedancia total del cuerpo varía, no obstante, con voltajes mayores a 50 V esta decrece rápidamente y llega a ser muy baja en caso de que la piel se encuentre perforada. Es importante señalar que la impedancia de las extremidades es mayor que la del tronco, y la impedancia de la piel se vuelve despreciable con respecto a la impedancia interna a tensiones elevadas. En la figura se compara la impedancia interna con respecto a la de una trayectoria mano – mano considerada como 100%.

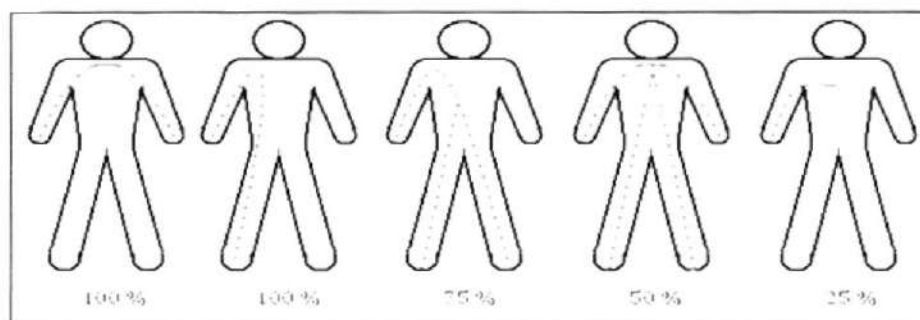


FIGURA 4.3. Porcentajes de la Impedancia total en el cuerpo humano.

La siguiente tabla presenta la relación entre la tensión eléctrica (en voltios) y la impedancia del cuerpo humano en diferentes estados de humedad (en Ohms).

Tensión de contacto (V)	Estado de la piel (Ω)			
	Seco	Húmedo	Mojada	Inmersa
25	5000	2500	1000	500
50	4000	2000	875	440
100	3000	1500	700	400
250	1500	1000	650	350

TABLA 4.4 Tensión de contacto vs. Estado de piel

Piel seca: No hay ninguna humedad. No hay sudor sobre la piel.

Piel húmeda: Piel sudada sin gotas. No se tiene en cuenta ni ropa, ni calzado.

Piel mojada: Piel cubierta de sudor con gotas.

Piel sumergida: Piel sumergida en agua.

La resistencia de la piel es la resistencia interna del cuerpo humano.

4.3.1.4. La tensión de la corriente.- Es uno de los factores que inciden en los efectos ocasionados por el accidente eléctrico. Los valores de intensidad se establecen como valores estadísticos debido a que sus valores netos dependen de cada persona y del tipo de corriente.

A intensidad de 10 mA existe tetanización muscular y la imposibilidad de soltarse del lugar donde se produce el contacto eléctrico. Al superarse los 50 mA de intensidad, se produce fibrilación ventricular.

4.3.1.5. El tiempo de contacto como factor de riesgo.- Es otro de los factores que influye sobre los efectos del accidente ya que condiciona la gravedad del paso de la corriente por el organismo.

4.3.1.6. Tipos de corriente.- Existen dos tipos de corriente, corriente alterna y corriente continua y cada una tiene su comportamiento frente a una descarga eléctrica sobre el cuerpo humano.

4.3.1.7. Descarga eléctrica.- Se conoce como descarga eléctrica cuando una persona con su cuerpo entra a formar parte de un circuito eléctrico, por el cual circula una corriente.

4.3.2. Riesgo por inseguridad en el trabajo.- Cuando existe inseguridad en el trabajo el riesgo es muy alto, porque pueden ocasionar accidentes en contra del personal y el material, denotando falta de profesionalismo por parte de las personas que labora en los diferentes puestos de trabajo, por lo cual es necesario que cada individuo conozca todos sus deberes y obligaciones referentes a seguridad, así como equipos y trajes que debe

utilizar para evitar cualquier percance que se pueda producir en el laboratorio.

4.3.2.1. Equipos de protección.- El personal que va a combatir los incendios en caso de que se produzcan necesita estar protegido de la mejor forma posible, para protegerse de los efectos de:

- a. Calor
- b. Gases tóxicos o la falta de oxígeno.
- c. Pérdida de visibilidad.
- d. Pérdida de comunicaciones.
- e. Daños físicos, especialmente en la cabeza.

Para cubrirse de estos efectos el personal tiene que tener los equipos que están detallados en el anexo A "EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL Y COLECTIVOS".

4.4. Normas de obligación en el cumplimiento para el trabajo en laboratorio.- Estas normas se han dividido en las normas genéricas y las precauciones específicas, las mismas que están siendo detalladas a continuación.

4.4.1. Normas genéricas.- En el diseño se ha considerado normas tienen que ver prácticamente a equipos y aparatos eléctricos que dispondrá el laboratorio, teniendo entre las principales normas las siguientes:

- Disponer de un cuadro general, preferiblemente en cada unidad de laboratorio, con diferenciales y automáticos.
- Disponer de interruptor diferencial adecuado, toma de tierra eficaz e interruptor automático de tensión (magneto térmico)
- Disponer de líneas específicas para los equipos de alto consumo.
- Distribuir con protección (automático omnipolar) en cabeza de derivación.
- Instalar la fuerza y la iluminación por separado, con interruptores.
- Emplear instalaciones entubadas rígidas (> 750 V)
- Aplicación del código de colores y grosores.
- No emplear de modo permanente alargaderas y multiconectores (ladrones)
- Usar circuitos específicos para aparatos especiales.
- En áreas especiales (como los laboratorios de prácticas) emplear bajo voltaje (24 V), estancos, tapas, etc.
- Aumentar la seguridad en los trabajos con inflamables.
- Efectuar el mantenimiento adecuado y realizar inspecciones y comprobaciones periódicas.



Todo trabajo en una instalación eléctrica o en su proximidad que con lleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo en los siguientes casos:

- Las operaciones elementales, tales como conectar y desconectar en instalaciones de baja tensión, con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general.
- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como la apertura y cierre de interruptores.
- Los trabajos en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.
- Se deben tener en cuenta los siguientes principios para trabajar en instalaciones:
 - La aplicación de unos métodos de trabajo especificados.
 - La forma de proceder en cada trabajo.
 - La formación del personal.

4.4.2. Precauciones específicas.- Todas estas precauciones están dadas de acuerdo a cada uno de los ensayos a realizarse y equipos que van a ser parte constitutiva del laboratorio de prueba de motores eléctricos.

4.4.2.1. Precauciones específicas de ensayos.- Estas están directamente relacionadas con el tipo de ensayos que se van a realizar en el laboratorio. En general tienen que ver con procedimientos normales al trabajar con equipos eléctricos referentes al uso de equipos de protección personal y al respeto de las disposiciones dadas al momento de realizar los ensayos.

4.4.2.2. Precauciones específicas de equipos.- Dentro de estas precauciones se tiene que para el trabajo con equipos y aparatos eléctricos se debe cumplir lo siguiente:

- Respetar las señalizaciones.
- Utilizar y mantener las instalaciones eléctricas de forma adecuada y revisar los equipos eléctricos antes de utilizarlos.
- Evite el paso de personas y equipos sobre alargaderas o cables eléctricos.
- En caso de avería o mal funcionamiento de un equipo, póngalo fuera de servicio, desconéctelo y señálcelo.
- Esperar al personal calificado para su revisión.



- Desconectar de la red eléctrica las herramientas y los equipos antes de proceder a su limpieza, ajuste o mantenimiento.
- En el caso de que sea imprescindible realizar trabajos en tensión, deberán utilizarse los medios de protección adecuados y los Equipos de Protección Individual (EPI's) apropiados.

Se tiene que evitar:

- Manipular la instalación eléctrica si no está autorizado o no tiene formación específica.
- Desconectar los equipos tirando de los cables.
- Conectar cables sin clavija homologada.
- Utilizar aparatos eléctricos con las manos o los pies húmedos.
- Utilizar herramientas eléctricas mojadas.
- Puentear las protecciones: interruptores diferenciales, magneto térmicos, etc.
- Acceder a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico salvo que esté autorizado para ello.

4.5. Señalización del laboratorio.

El laboratorio deberá tener la señalización correcta y normalizada para efectos de funcionamiento, cumpliendo de tal manera las regulaciones

establecidas nacionales como internacionales. En Ecuador se tiene las normas INEN 439 relacionadas a Colores, Señales y Símbolos de Seguridad.

4.5.1. Indicativos de Peligro.- Los indicativos de peligro establecen los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias que se pueden presentar.

Es importante que todo el personal involucrado en el laboratorio conozca el siguiente cuadro:

COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLO DE USO
	ALTO PROHIBICION	SEÑAL DE PARADA SIGNOS DE PROHIBICION ESTE COLOR SE USA TAMBIEN PARA PREVENIR FUEGO Y PARA MARCAR EQUIPO CONTRA INCENDIO Y SU LOCALIZACION
	ATENCION CUIDADO PELIGRO	INDICACION DE PELIGROS (FUEGO, EXPLOSION, ENVENENAMIENTO, ETC). ADVERTENCIA DE OBSTACULOS
	SEGURIDAD	RUTAS DE ESCAPE, SALIDAS DE EMERGENCIA, ESTACION DE PRIMEROS AUXILIOS
	ACCION OBLIGADA *) INFORMACION	OBLIGACION DE USAR EQUIPOS DE SEGURIDAD PERSONAL. LOCALIZACION DE TELEFONO
*) EL COLOR AZUL SE CONSIDERA COLOR DE SEGURIDAD SOLO CUANDO SE UTILIZA EN CONJUNTO CON UN CIRCULO.		

TABLA 4.5. Colores de seguridad y significado⁸

4.5.2. Indicativos de Precaución.- Estos indicativos deben estar colocados a lo largo de todo el laboratorio, los cuales sean de ayuda al personal para

⁸ Tomado de las normas NTE INEN 439 Colores, señales y símbolos de seguridad

desenvolverse en el trabajo diario, de tal manera que siempre exista el aviso previo para evitar accidentes.

Dentro de estos indicativos tenemos a los siguientes:



Prohibido fumar



**Prohibido fuego, llama abierta
y prohibido fumar**



Prohibido el paso



**Prohibido usar agua como
Extinguidor de fuego**



**Atención. Peligro, tener
Cuidado**



Cuidado, peligro de fuego



Cuidado peligro de explosión



**Cuidado peligro de agentes
Corrosivos**



**Cuidado, peligro de shock eléctrico.
Tensión (voltaje) peligroso**



Cuidado. Agente oxidante



Cuidado. Temperatura peligrosa



Cuidado. Ruido excesivo, peligro



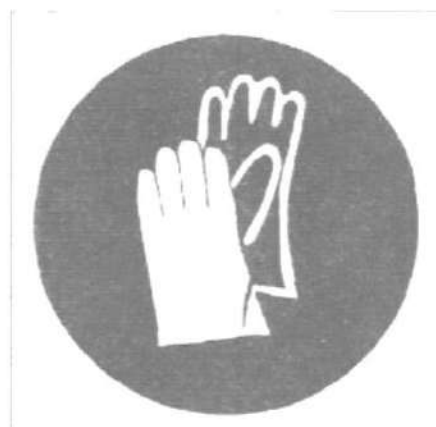
Obligación de usar protección visual



Obligación de usar protección para la Cabeza



Obligación de usar protección para los oídos

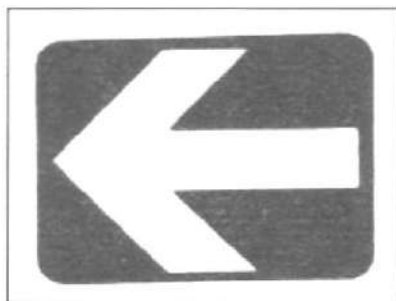


Obligación de usar protección para las manos

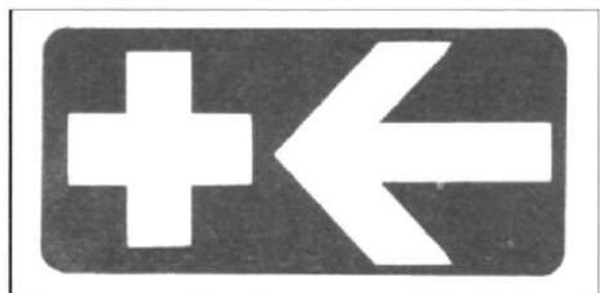


Obligación de usar protección para los pies

4.5.3. Indicativos de Escape.- Los indicativos de escape son aquellos que señalan la ruta de salida en caso de presentarse alguna emergencia. Teniendo entre los principales a los que se presentan a continuación, los mismos que deberán estar claramente ubicados en el laboratorio.



Indicación general de dirección
dirección a.....



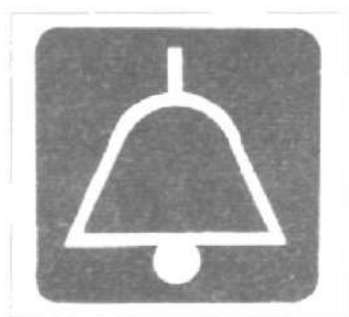
Indicación de dirección a estación de
Primeros auxilios



Primeros auxilios



Teléfono, localización



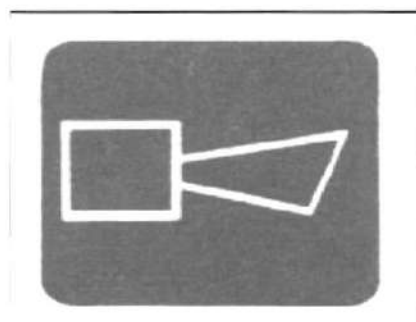
Tímbre. Localización

4.5.4. Indicativos de ubicación de extintores y bancos fijos de CO₂.

Estas señales nos indican el lugar donde están ubicados todos y cada uno de estos elementos.



Extintor



Alarma sirena de incendios

4.5.5. ¿Qué hacer en caso de accidente?.- Son todas las acciones que se pueden aplicar para evitar tener un accidente, sea este de personal y material. En todo lugar en el que existe una instalación eléctrica, en el que se manejan diferentes voltajes y equipos eléctricos, se pueden producir accidentes fortuitos, siendo algunos de ellos: incendio, paro cardiacos, paros respiratorios, caídas, fracturas.

4.5.5.1. Incendio.- El fuego puede destruir acomodaciones, pañoles, equipos, y en casos extremos, acabar con vidas humanas. El combate de incendios en cualquier lugar es difícil y sitiado con peligro. Cuando se hace una buena prevención de incendios, efectuando ejercicios de incendio con todo el personal del lugar de trabajo o hábitat, en los lugares más propensos a estas dificultades, el peligro disminuye, en algunos casos desaparece. Si se quiere mantener el laboratorio intacto, evite los peligros de incendio, tomando conciencia de los riesgos y entrenando continuamente. Esto es mucho más conveniente y menos peligroso que combatir un incendio.

4.5.5.2. Organización.- Un incendio puede ocurrir en cualquier circunstancia, independiente que el laboratorio este en funcionamiento o en tiempo de descanso como son las horas de la noche.

La organización y procedimientos para el ataque de incendios deben permitir la capacidad para combatir las peores situaciones de un incendio mayor, aun

cuando se cuente con el mínimo de personal en el laboratorio para cooperar con el ataque del siniestro.

La organización del personal disponible de la guardia en el laboratorio, tanto en las horas de trabajo como en las horas no laborables debe contar con la cantidad mínima de personal para controlar una emergencia mayor de incendio. La guardia de horas no laborables debe estar organizada para cumplir con lo siguiente:

- a) **Personal Especialista** para mantener el control absoluto del zafarrancho y la seguridad del laboratorio.
- b) **Grupo principal** para localizar, atacar, controlar y extinguir el incendio lo más rápido posible. Incluye la "Partida de Acción Inmediata P.A.I." y la "Partida de Ataque".
- c) **Grupo de contención** para restringir la propagación del incendio y efectuar la contención del departamento. También son los encargados de limitar el avance del humo hacia los talleres adyacentes al laboratorio.

La cantidad de personal en cada grupo se detallará en los siguientes párrafos, esta cantidad es la recomendada como mínimo. Cuando sea necesario reducir la cantidad mínima de personal, es vital que los integrantes de la guardia entiendan que aumentarán las tareas que deben realizar. Es importante entender que, además de una reducción de personal en la

guardia, si los integrantes no conocen sus responsabilidades y tareas, el riesgo de fracaso en el combate de un incendio aumenta considerablemente. Se recomiendan las siguientes acciones para aumentar la efectividad ante una emergencia de incendio:

- a) En la organización de la guardia, detallar los puestos del personal e informar las tareas y responsabilidades del "Grupo Principal" en caso de incendio.
- b) Durante el desarrollo de las actividades de la guardia, reunir al personal y dar las instrucciones y tareas en caso de incendio.

4.5.5.3. Química del fuego.- En términos sencillos se puede definir el fuego como la combinación rápida de una sustancia combustible con el oxígeno, acompañada de luz, calor y productos volátiles.

4.5.5.4. Triángulo del fuego.- El triángulo de fuego está compuesto de tres lados, de los cuales cada uno representa un componente del fuego, los mismos que son:

1. Combustible
2. Oxígeno
3. Calor



FIGURA 4.4. Triángulo del fuego.

Combustible.- Este puede ser: sólido, líquido o gas. La mayoría de los sólidos y líquidos se convierten en vapores o gases antes de entrar en combustión.

Oxígeno.- El aire que respiramos está compuesto por el 21% oxígeno. El fuego requiere una atmósfera de por lo menos 15% de Oxígeno.

El calor.- Es una forma de energía cinética que desprenden las diferentes sustancias (combustibles).

El calor suministrado en cantidad suficiente proporciona la energía necesaria para que se inicie la reacción química o combustión.



CIB-ESPOL

4.5.5.5. Medios para sofocar un incendio

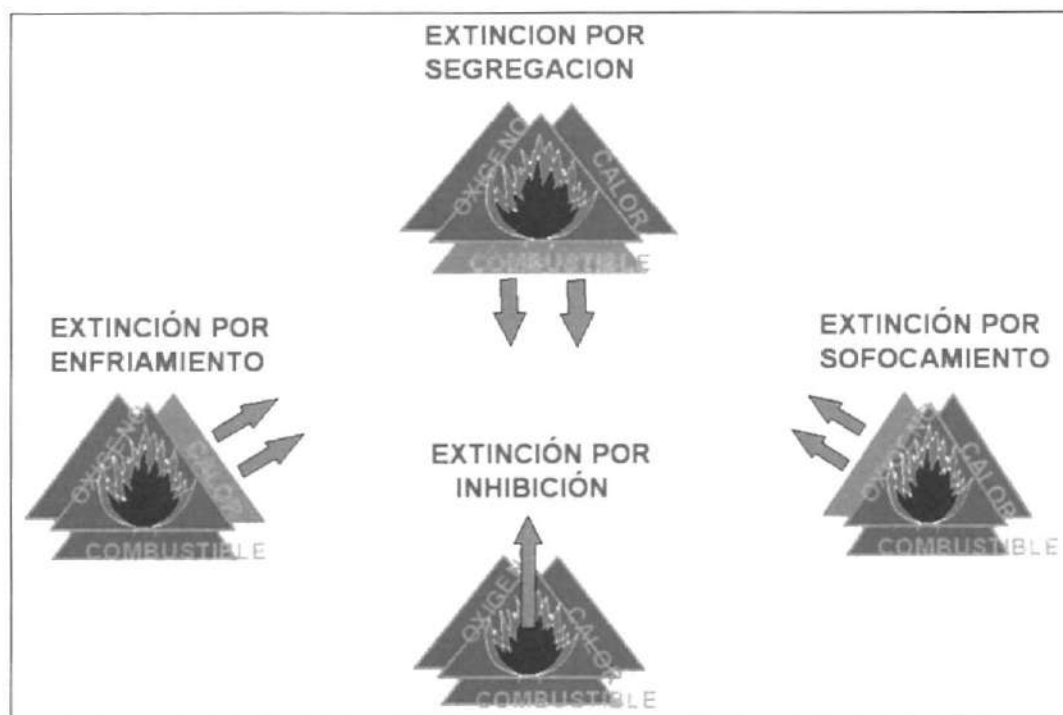


FIGURA 4.5. Formas de extinción del fuego.

Por enfriamiento.- Este método consiste en absorber el calor del cuerpo en combustión disminuyendo su temperatura por debajo de la temperatura de combustión.

Ej.: extinguir un fuego de madera con agua.

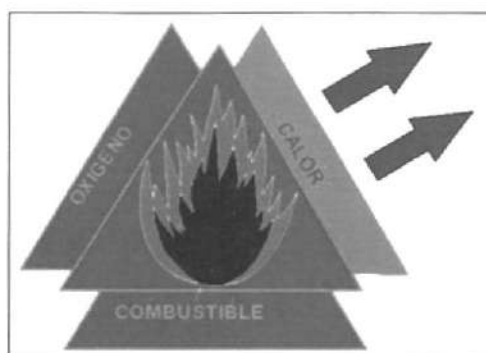


FIGURA 4.6 Por enfriamiento

Por sofocamiento.- Este método consiste en disminuir o eliminar el oxígeno del aire, presente en el entorno del material en combustión.

EJ.: extinguir un líquido inflamable con espuma o cubrir con tapa de una olla un sartén con aceite inflamado.

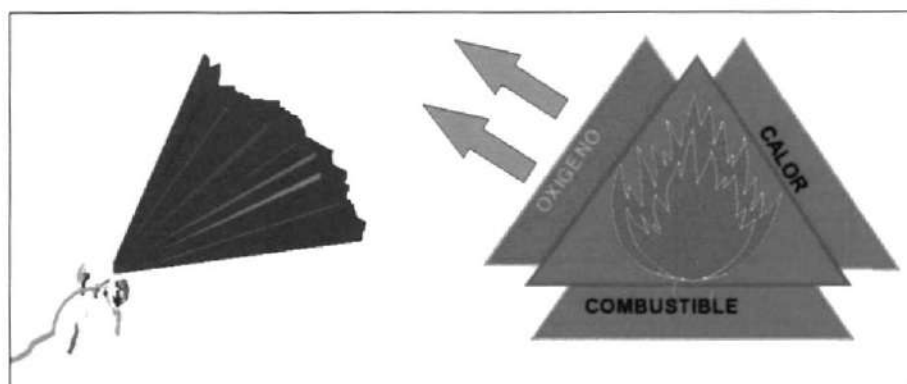


FIGURA 4.7. Por sofocamiento.

Por segregación (Eliminación del combustible).- Consiste en eliminar el combustible, segregándolo del proceso de combustión.

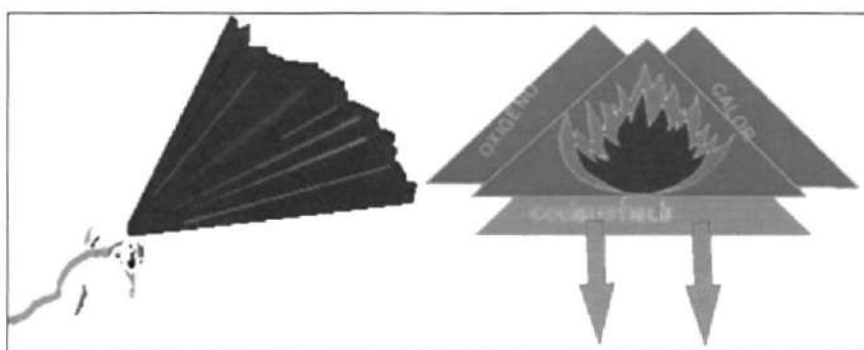


FIGURA 4.8. Por segregación.

4.5.6. Primeros Auxilios.- En toda empresa o institución debe haber el conocimiento necesario por parte del personal para efectuar los primeros auxilios en caso de emergencia.

4.5.6.1. Definición de primeros auxilios.- Son los cuidados inmediatos que se proporcionan a una persona en caso de accidentes o enfermedades repentinas, previos a la atención médica.

4.5.6.2. Objetivos de la aplicación de primeros auxilios.- Dentro de los objetivos de la aplicación de los primeros auxilios son:

- Prevenir invalidez permanente o temporal.
- Propender a una pronta recuperación.
- Evitar la muerte.

El mejor medio de alcanzar estos objetivos consisten en:

- Acción rápida y sereno acercamiento.
- Una veloz evaluación de la situación y del accidentado.
- Un correcto diagnóstico de las condiciones, basado en las historias del accidente, los síntomas y señales.
- Un inmediato y apropiado tratamiento de cualquier estado.
- Una adecuada posición del accidentado de acuerdo con la lesión o el estado.

4.5.6.3. Examen físico.- El examen físico es aquel que se lleva como un examen general con carácter inmediato para descubrir cualquier amenaza inminente a la vida, tanto si el accidentado está consciente como si esta inconsciente. Mueva al accidentado lo menos posible.



Esta figura muestra las posibles causas por las que se podría tener un peligro que atente contra la vida del personal que labore en el laboratorio y el material existente.

FIGURA 4.9. Círculo de peligro.

Inicie el examen por la cabeza y siga metódicamente hacia los pies.

Recuerde: mirar, palpar escuchar, oler y comparar siempre un lado del cuerpo con el otro.

El examen físico detallado, que hay que seguir cuando una persona ha sufrido algún tipo de accidente y es necesario realizar los primeros auxilios se especifica en el Anexo B.

4.5.6.4. Niveles de reacción.- Hay varias fases por las cuales puede pasar un accidentado durante su avance de la conciencia a la inconciencia. Si el accidentado reacciona bien a los estímulos, la inconciencia es de carácter

leve. En cambio, si el nivel de reacción está totalmente ausente el accidentado se encuentra en unas condiciones potencialmente peligrosas.

Cada diez minutos hay que efectuar comprobaciones y observar la reacción del accidentado a los estímulos del ruido (háblele fuerte al oído), el tacto (trate de despertarle sacudiéndole suavemente por los hombros), el dolor (trate de despertarle pellizcando suavemente la piel de la mano o el tobillo) y la acción refleja de los parpados (tóquele las pestañas). Examine también la respiración del accidentado, el pulso y la temperatura, anotando los correspondientes datos.

4.5.6.5. Paro respiratorio.- El paro respiratorio denota el cese repentino e inesperado del latido cardíaco que impide la circulación eficaz; y de la respiración que no hace posible el libre paso de aire por las vías respiratorias, llegando a producir hipoxia que a la vez ocasiona lesión cerebral permanente o la muerte de la persona.

4.5.6.6. Causas de paro respiratorio.- Las causas del paro cardio respiratorio son:

- Ataque al corazón
- Accidentes eléctricos
- Sobredosis de fármacos
- Reacciones anafilácticas (alergias)



CIB-ESPOL

4.5.6.7. Que se debe hacer.- Si se presentase cualquiera de los puntos anteriores se debe realizar los siguientes pasos:

- Colocar al individuo en posición horizontal sobre una superficie firme.
- Verificar el nivel de conciencia: si responde o no al llamado
- Observar si el paciente respira
- Tomar el pulso carotideo
- Ver la piel: palidez o cianosis.

4.5.6.8. Pasos a seguir para reanimación cardio pulmonar.- Los pasos a seguir para una reanimación pulmonar es muy importante, ya que de ellos depende salvar la vida de una persona. Estos pasos se indican en el Anexo C "PASOS PARA REANIMACION CARDIOPULMONAR".

CAPITULO V
MÉTODOS DE ENSAYOS EN LOS MOTORES ELÉCTRICOS
DE INDUCCIÓN.

5.1. Teoría de ensayos en los motores de inducción.

La experiencia y datos obtenidos a partir de las inspecciones y ensayos realizados regularmente pueden proporcionar, adicionalmente a la evaluación del estado actual de la máquina, algunas indicaciones sobre las tendencias a largo plazo y las posibles necesidades futuras de reparación y/o reemplazo.

De los distintos componentes que componen un motor de inducción, el sistema aislante es el que se presenta más susceptible al envejecimiento o al daño.

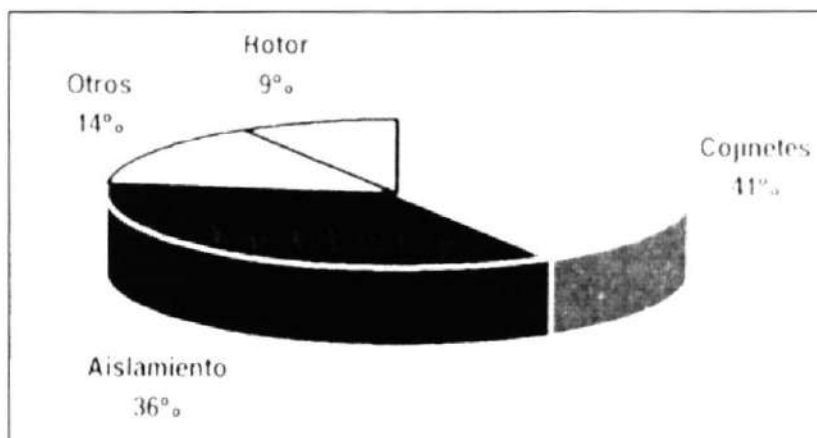


FIGURA 5.1. Distribución de fallas en los motores de inducción.

En aquellos casos que se requiera una alta fiabilidad de servicios, un programa de ensayos que incluya el desmontaje y reconocimiento visual de los componentes del equipo, junto con la aplicación de ensayos eléctricos de

probada efectividad es imprescindible. Es necesario apuntar que ciertos ensayos requieren la aplicación de tensiones superiores a la nominal, lo cual puede ocasionar daños en los aislamientos que se encuentren contaminados o con un cierto grado de deterioro. Este detalle ha de tenerse en cuenta a la hora de configurar un programa de ensayos.

5.1.1. Qué es un ensayo aplicado a un motor eléctrico.- Las especificaciones de una máquina eléctrica deben reflejar las condiciones mecánicas, eléctricas y ambientales en que trabajará, ya que estos aspectos tienen una conexión directa con sus mecanismos de fallo en servicio.

Dentro de los métodos de diagnóstico podemos considerar básicamente dos posibilidades: métodos normalizados y métodos subjetivos. Los primeros están basados en los resultados obtenidos de una serie de instrumentos y análisis, mientras que los segundos dependen en gran medida de las características individuales de los técnicos y especialmente de su experiencia.

Si bien es cierto que siempre que sea posible deben utilizarse métodos de diagnóstico objetivos, la experiencia de los técnicos nunca debe desdeñarse, ya que la mayoría de los casos resulta imprescindible para poder interpretar los datos adquiridos mediante los instrumentos.

Por lo tanto, un ensayo no es más que una prueba especial aplicada al motor basadas en normas establecidas las cuales se rigen estrictamente a un procedimiento definido por la investigación y la experiencia.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de normas que se utilizan en los diferentes ensayos.

Asunto	NORMAS	
	IRAM Argentina	IEC
Métodos de Ensayo	2125	34.2- Determinación de las características-Método de ensayo.
Limites de vibración		34.14- Vibración mecánica.

TABLA 5.1. Resumen de normas.

5.1.2. Para qué sirve un ensayo aplicado a un motor eléctrico.- Un ensayo aplicado a un motor sirve para confrontar los datos o curvas características y límites de funcionalidad obtenidos de una máquina durante los ensayos, con los datos de fabricación, y así de este modo determinar por medio del análisis de los resultados el estado en que se encuentra dicho motor. Entonces, los informes que se obtienen de cada ensayo realizado, funcionan como eslabón final entre la máquina en prueba y algún ajuste, mantenimiento o simplemente confirmación de curvas características, según sea el caso.

5.2. Equipos para realizar los ensayos.

El equipo que realiza los ensayos es el freno dinamométrico, el cual es el corazón del laboratorio de ensayos de motores de cualquier tipo, ya sea eléctrico o mecánico.

A continuación se expone una breve explicación acerca de las características principales y el funcionamiento del tipo de freno escogido para el laboratorio.

5.2.1. Frenos dinamométricos.- Los frenos dinamométricos están diseñados para el estudio, diseño y fabricación de elementos de arrastre, como motores térmicos, eléctricos, grupos hidráulicas, reductores, transmisiones, etc., donde se exigen el conocimiento exacto de sus curvas características mecánicas y sus límites de funcionamiento.

Permiten conocer directamente las magnitudes de Par/Revoluciones y Potencia en todo el amplio margen de su funcionamiento y calcular rendimientos, deslizamientos, etc.

Los frenos dinamométricos son los encargados de crear un par resistente que es el que proporciona la "carga" al motor. Esta carga ha de ser variable para ensayar distintas condiciones operativas del motor.

Se han desarrollado varios tipos de frenos basados en distintos principios.

Los más difundidos son:

- Frenos de fricción
- Frenos hidráulicos
- Frenos eléctricos
 - de corriente continua
 - de corriente alterna de corrientes de Foucault.
 - de polvo magnético.



CIB-ESPOL

Freno Dinamométrico de Polvo Magnético.- Los frenos de polvo magnético son especialmente apropiados para el ensayo de motores eléctricos y motorreductores, motores hidráulicos, herramientas eléctricas y neumáticas, motores de máquinas, electrodomésticos, etc.

Las buenas características de regulación de estos frenos, en combinación con instrumentos de alto rango dinámico, permiten el ensayo en carga de motores y máquinas de muy variados tipos y potencias, a un costo moderado, por ello es el elegido para integrar el laboratorio.



FIGURA 5.2. Freno Dinamométrico Polvo Magnético.

Funcionamiento.- El principio de frenado es el rozamiento entre partículas de polvo férrico sometidas a un campo magnético.

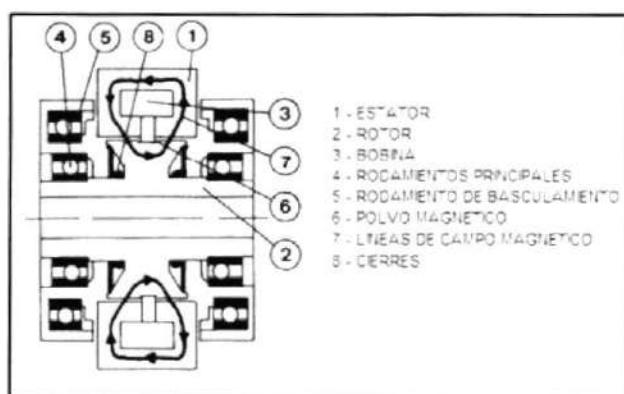


FIGURA 5.3. Funcionamiento del Freno Dinamométrico Polvo Magnético.

El polvo férrico se comporta de forma similar a un líquido viscoso, cuando está sometido a la acción de un campo magnético, siendo su "viscosidad" creciente con la intensidad del campo magnético.

Físicamente constan de un rotor que gira dentro de un estator magnetizado por una bobina. En el entrehierro existe polvo magnético férrico. Cuando se excita la bobina, el polvo magnético rellena el entrehierro, cierra el circuito magnético, y establece un vínculo mecánico entre el rotor y el estator, vínculo más o menos intenso, según la excitación de la bobina.

El estator está suspendido en montaje basculante sobre rodamientos y transmite el par motor a una celda de carga extenso métrica, que junto con su acondicionador constituyen un sistema de medida de fuerzas de precisión.

Características Generales.- Alta velocidad de giro: Sólo limitada por los rodamientos y resistencia estructural del rotor.

Funcionamiento idéntico en ambos sentidos de giro.

Escaso par residual: La potencia absorbida en vacío es muy pequeña, por lo que se pueden probar motores en un rango amplio de potencia.

Ningún desgaste del rotor: El mantenimiento del freno se reduce a una limpieza eventual del circuito de agua o al cambio de rodamientos.

Velocidad de respuesta muy elevada: Las variaciones de excitación en la bobina se traducen rápidamente en cambio de par frenante.

Distintos modos de regulación: Los frenos eléctricos son fáciles de regular a velocidad constante, par constante, o características intermedias entre

ambas. En consecuencia, permiten el ensayo de cualquier motor térmico, eléctrico o de otro tipo.

Facilidad de automatización: Al ser la excitación del freno puramente eléctrica, es fácil su programación en ordenador.

Curvas características en régimen continuo.

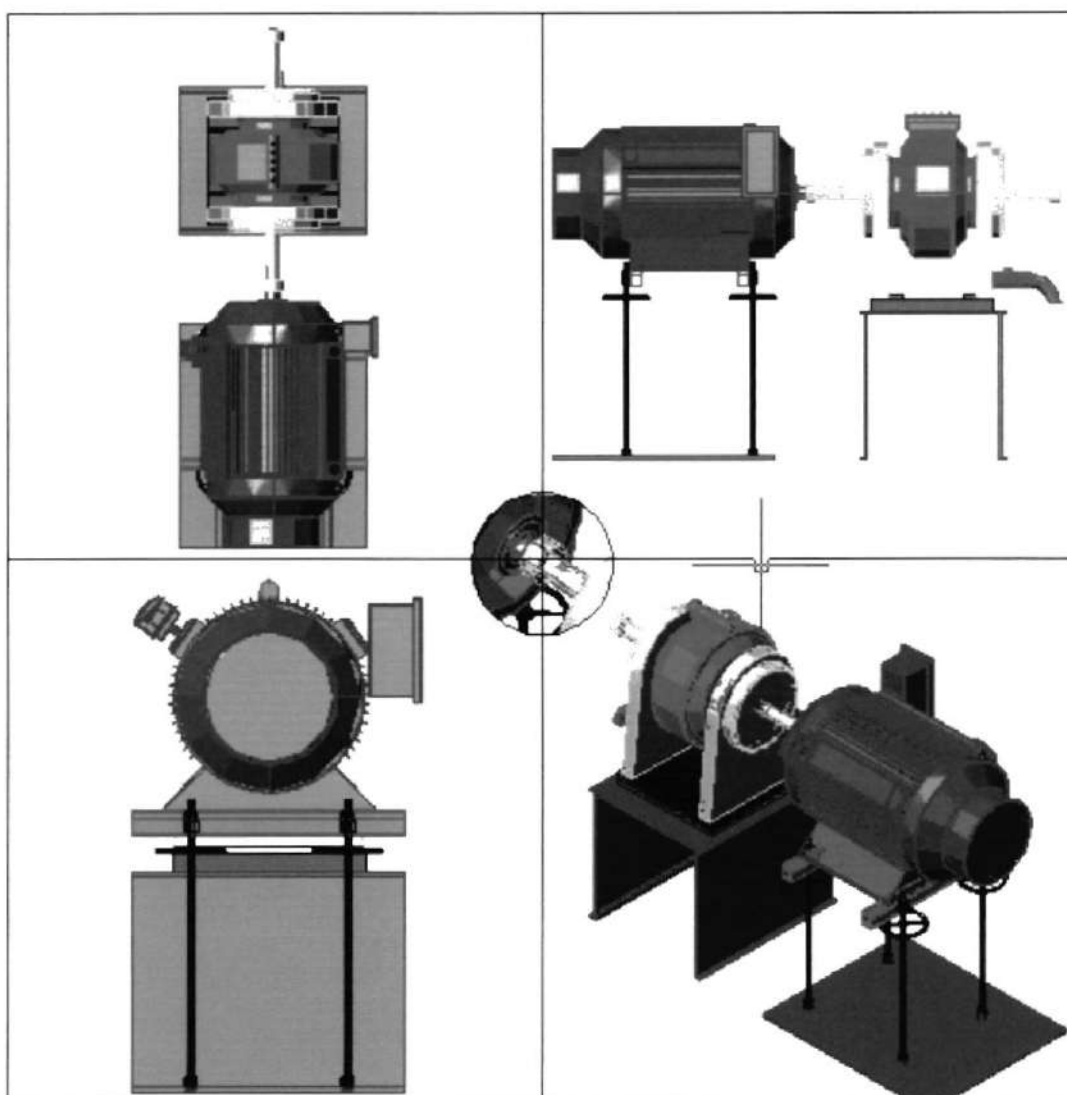
Para el ensayo de motores de muy poco par o de alta velocidad, se puede acoplar el motor al freno a través de una transmisión reductora por correa o engranajes, pudiéndose ensayar entonces dentro de los límites del freno. Existen diversas posibilidades de adaptación de un motor dado al freno descritas en el manual de instrucciones.

Límites de utilización.- Como en cualquier tipo de freno dinamométrico, los límites de utilización continua del freno vienen impuestos por la potencia máxima, el par máximo, la velocidad máxima y el par residual. Los tres primeros son superables durante periodos cortos de tiempo. El par residual es una característica constructiva, que indica el par mínimo necesario para arrastrar el freno en vacío, y en consecuencia, limita los tamaños menores de motor que se pueden emplear con un freno dado, en acoplamiento directo y sin reducción.

Instalación.- Los frenos sólo precisan conexión a la red de 220 V, 60 Hz y una toma de agua en los modelos que equipen este tipo de refrigeración.

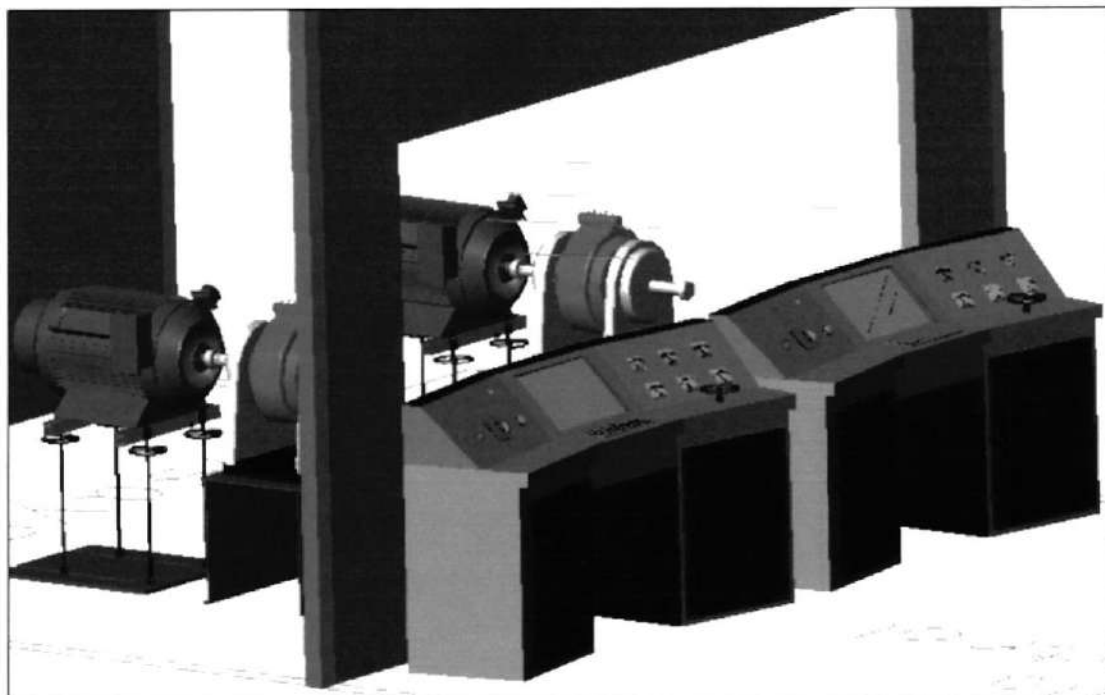
Calibración.- La calibración se efectúa con precisión con unos brazos de palanca suministrados con el freno y un peso conocido.

A continuación se muestra un plano descriptivo en varias vistas del freno acoplado a un motor.



PLANO 5.1.

El plano que se muestra a continuación corresponde a la sala de control totalmente armada, lista para ensayando dos motores.



PLANO 5.2.

Para una vista en 3D más amplia de la sala de control, se puede referir al anexo A, en el plano SC-1.

5.3. Equipos de medición utilizados en los ensayos.

Estos equipos nos ayudarán a obtener los datos respectivos de cada ensayo y así determinar según el análisis de los mismos una conclusión del ensayo realizado. Por ello hemos dividido en dos partes:

Instrumentos de medición.

Sensores.



CIB -ESPOL

5.3.1. Instrumentos de medición.- Los instrumentos utilizados tienen una precisión no menor a 0,5 en la medición, los cuales se nombran a continuación con sus respectivas características técnicas:

Amperímetro.

Voltímetro.

Vatímetro.

Decibelímetro.

Analizador de vibraciones.

Megger.

Pistola de temperatura.

Osciloscopio.

Analizador de potencia.

5.3.1.1. Amperímetro.- El amperímetro es un instrumento que se utiliza para medir la cantidad corriente que circula por un conductor, se lo conecta siempre en serie con la carga.

<ul style="list-style-type: none"> AMPERIMETRO DE CAJA MOLDEADA YONOGAMA 201310 	Corriente AC	20 A – 300 mA
	Resistencia	0,4 – 0,3 vA
	Temperatura de operación	0 °C - 50°C
	Precision	+5%

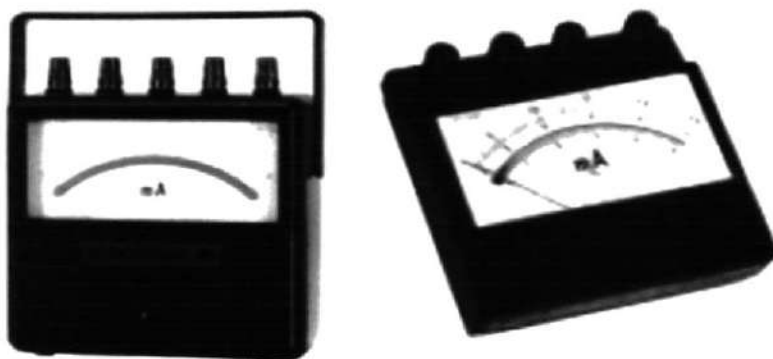


FIGURA 5.4. Amperímetro de Mesa.

<ul style="list-style-type: none"> AMPERIMETRO Clamp Meter DT - 266 	Corriente AC	0.1 A – 1000 A
	Voltaje AC	1V a 750 V
	Voltaje DC	1V a 1000 V
	Resistencia	10mΩ a 20KΩ
	Temperatura de operación	0 °C - 50°C



FIGURA 5.5. Amperímetro de gancho.

5.3.1.2. Voltímetro.- El voltímetro es otro instrumento que se utiliza en cambio para medir voltaje de la línea ya sea fase a fase o fase a neutro, siempre se lo conecta en paralelo a la carga lo cual lo hace muy fácil en su instalación. Cabe indicar que al final de este literal exponemos la fusión del voltímetro y amperímetro siendo este el watímetro.

<ul style="list-style-type: none"> VOLTÍMETRO YONOGAMA 201319 	Voltaje AC	300V a 750V
	Resistencia	3,8 VA
	Temperatura de operación	0 °C - 50°C
	Precisión	+5%

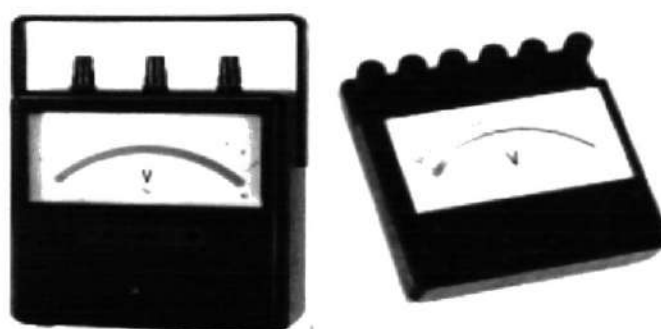


FIGURA 5.6. Voltímetro de Mesa.



<ul style="list-style-type: none"> MULTÍMETRO Fluke 73 III 	Corriente AC	0 A – 10 A
	Voltaje AC	1V a 600 V
	Voltaje DC	1V a 1000 V
	Resistencia	100m Ω a 25K Ω
	Temperatura de operación	0 °C - 50°C



FIGURA 5.7. Multímetro.

<ul style="list-style-type: none"> WATIMETRO YONOGAMA 204113 	Corriente AC	5A – 25
	Voltaje AC	120a 240V
	Factor de Potencia	0,2
	Temperatura de operación	0 °C - 50°C
	Precisión	+5%



FIGURA 5.8. Watímetro.

5.3.1.3. Decibelímetro.- Este instrumento mide el nivel de ruido en un ambiente, es decir mide como su nombre lo indica la cantidad de decibeles del sonido en un ambiente determinado.

• <u>DECIBELIMETRO</u>	Decibeles	30Db – 130Db
TES	Temperatura de operación	0 °C - 50°C
1353	Precisión	+1,5 Decibeles



FIGURA 5.9. Decibelímetro.

5.3.1.4. Analizador de vibraciones.- Este instrumento permite realizar mediciones claras y confiables de amplitud y frecuencia de la vibración; así como también la velocidad de giro y detección de fase con lámpara estroboscópica; para implementar rutinas de mantenimiento predictivo, realizar diagnósticos de fallas y balanceo dinámico. El instrumento utilizado para el ensayo de vibraciones es el Vibrator analizar, modelo MA2060, serie N° 153, Clase 2.5.



CIB -ESPOL

<ul style="list-style-type: none"> • <u>ANALIZADOR DE VIBRACIONES</u> VIBRATOR MA2060 	<p>Decibeles 30Db – 130Db Temperatura 0 °C - 50°C de operación. Sensor electrodinámico de velocidad PU-1001. Medición de las tres variables de amplitud en 5 rangos seleccionables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desplazamiento hasta 100 μm. • Velocidad hasta 100 mm/seg. Aceleración hasta 10g. • Presentación de valor 0- Pico y verdadero valor RMS. <p>Filtro pasabanda con rango entre 200 y 500 K RPM y ancho de banda seleccionable. Tacómetro estroboscópico con rango entre 200 y 8 K RPM. Presentación digital de la frecuencia en 4 ½ dígitos. Alimentación con baterías alcalinas de 9 V. Lámpara estroboscópica VD5000. Precisión +-1,5 Decibeles</p>
--	---

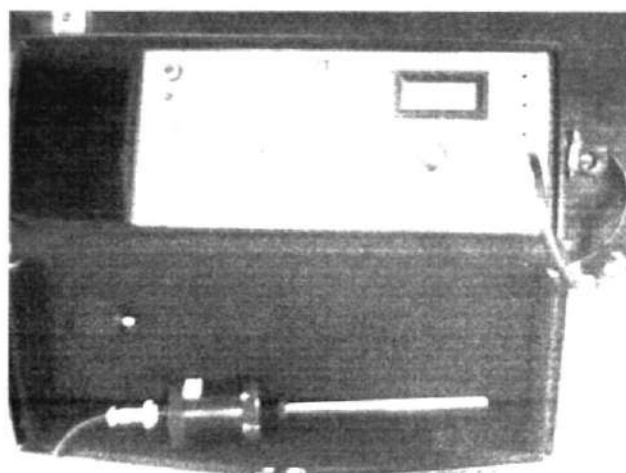


FIGURA 5.10. Analizador de vibraciones.

5.3.1.5. Megger.- Este instrumento mide el estado del aislamiento del devanado introduciendo un valor hasta 1500 V DC. A continuación se detallan las características.

<ul style="list-style-type: none"> • <u>MEGGER</u> TES 3660 	<p>Pantalla de display amplia con barra gráfica de medición analógica y digital. 250V, 500V, 1000V. Voltaje de salida. Temperatura 0 °C - 50°C de operación. 4000MΩ para prueba de aislamiento automática. Autodescarga de voltajes capacitivos. Rango de operación 4000MΩ/1000V. Precisión +3 %</p>
--	--



FIGURA 5.11. Megger.

5.3.1.6. Pistola de temperatura.- Este instrumento mide la temperatura a distancia por medio de un láser. Muy útil para medir la temperatura interna de los devanados del motor y determinar puntos calientes.

<ul style="list-style-type: none">• <u>PISTOLA DE TEMPERATURA</u> Raytek ST2	Rango de temperatura 0-750 °F. Pantalla tipo LCD Medición tipo Laser Temperatura de operación 0 °C - 50°C Precisión +-3%
--	--



FIGURA 5.12. Pistola Termográfica.

5.3.1.7. Osciloscopio.- Este instrumento no puede faltar en un laboratorio y en este no es la excepción, ya que sirve para el análisis gráfico de los parámetros eléctricos que se puedan obtener en los ensayos, lo cual es un gran apoyo en el análisis y deducción de resultados.

<ul style="list-style-type: none"> • <u>OSCILOSCOPIO</u> Yokogawa DL1640L 	<p>Canales de Entrada 4 (701610, 701620) 2 (701605) Impedancia de entrada: 1 MW \pm1.0%, 28 Fp at 1 MHz Sensibilidad : 2 mV/div to 10 V/div (en pasos de 1, 2, o 5) Voltaje máximo de entrada 300 V DC or 300 Vrms CAT I, 424 Vpico Rango máximo DC: 2 mV/div a 50 mV/div: \pm1 V, 100 mV/div a 500 mV/div: \pm10 V. 1 V/div a 5 V/div: \pm100 V, 10 V/div: \pm50 V DC Precisión 10 mV/div a 10 V/div: \pm1.5% de 8 div + precisión de voltaje 2 mV/div to 5 mV/div: \pm2.0% of 8 div + precisión de voltaje Precisión de voltaje 2 mV/div a 50 mV/div: \pm(1% de ajuste + 0.2 mV) 100 mV/div to 500 mV/div: \pm(1% de ajuste + 2 mV) Relación de prueba de atenuación 1:1, 10:1, 100:1, 1000:1 Prueba de corriente (700937, 701930, 701931) Característica de frecuencia 10 mV/div to 10 V/div: DC to 200 MHz 2 mV/div to 5 mV/div: DC to 80 MHz Resolución vertical: Modo de alta resolución: Maximo 13 bits Longitud máxima de grabación 701605. Precisión de tiempo base \pm0.005% Entrada de reloj externo Rango de frecuencia de entrada: 40 Hz a 5 MHz. Principales Funciones: Funciones vertical y horizontal. Adquisición de formas de ondas. Análisis de funciones.</p>
--	---



FIGURA 5.13. Osciloscopio.

5.3.1.8. Analizador de potencia.- Este equipo servirá para la recolección de datos como potencia, corrientes, voltajes, factor de potencia etc. de los ensayos, obteniéndolos en tiempo real con una alta precisión en las mediciones.

<ul style="list-style-type: none"> • <u>ANALIZADOR DE POTENCIA</u> LEM Norma 4000 	<p>Basica precisión 0.1% 0,005° error angular en 50/60Hz Graficos a colores y pantalla de 5.7" Sistema compacto de 1- 3 fases Interfase compatible a D5255 Temperatura de operación 5-35 °C Vrms valor efectivo, Vrm rectificado, Vm valor medio Vp-, Vp+, Vpp valores picos Vcf factor de cresta Vcf, Vff factor Forma Vfc contenido fundamental Vthd factor de distorsión DIN, IEC IRMS valor efectivo, Irm rectificado, Im valor medio Ip-, Ip+, Ipp valor pico Icf factor de cresta Icf, Iff factor de forma Ifc contenido fundamental. Ithd factor distorsión DIN, IEC P potencia activa [W] Q potencia reactiva [Var] S potencia aparente [VA] $\lambda\lambda$, $\cos\phi$ fase angular Número de dígitos 4 or 5 dependiendo del valor medido.</p>
--	--



FIGURA 5.14. Analizador de potencia.

5.3.2. Sensores.- Los sensores son nuestros ojos a los efectos que se producen y no se pueden percibir o cuantificar a simple vista, por ello son tan importantes.

Entre ellos tenemos sensores de:

Temperatura.

Velocidad.

Celda de carga.

5.3.2.1. Temperatura.- Este sensor es digital y puede medir ya sea la temperatura del ambiente o la de la máquina en prueba, tiene una resolución: $-50\text{ C}^{\circ} + 199.9\text{ C}^{\circ} \dots 0.1\text{ C}^{\circ}$, $-50\text{ F}^{\circ} + 199.9\text{ F}^{\circ} \dots 0.1\text{ F}^{\circ}$.



FIGURA 5.15. Termómetro digital.

5.3.2.2. Velocidad.- El encargado de medir las revoluciones por minuto (rpm) a la que está girando la máquina, es el tacómetro y puede ser tipo infrarrojo digital mostrado en la figura, pero también se puede implementar un sensor de velocidad acoplado al freno y de este modo obtener las rpm de la máquina remotamente.



FIGURA 5.16. Sensor y Tacómetro.

CIB -ESPOL

5.3.2.3. Celda de carga.- Este sensor es uno de los mas importantes porque nos da el valor de la fuerza o torque que se esta ejerciendo en el freno hacia el motor, lo cual es un dato muy importante, ya que con esto se fija la cantidad de resistencia en el eje del motor simulando de esta manera la carga efectiva para obtener las curvas características. Este sensor tiene una precisión de 0,1 donde en el orificio central se debe ejercer la fuerza.



FIGURA 5.17. Celda de Carga.

El sensor dará el valor de la fuerza que esta produciendo el motor debido a la presión del freno, donde esta fuerza multiplicada por la longitud del brazo palanca se obtiene el momento o par del motor, aclarando que debido a que el brazo palanca es el ancho de la chaveta del eje del motor que es aproximadamente igual a 1cm por esto el valor de la fuerza se multiplica por 0,01 y obtendremos el par en unidades sistema internacional en KNm.

5.4. Métodos de ensayo.- Los métodos de ensayo se basan en normas nacionales o internacionales donde el contenido básico de estas normas es, en casi todo, coincidente y los puntos de divergencia entre ellas no son de singular relevancia. Basados en la norma IRAM 2125, las pruebas descritas aquí representan los ensayos que normalmente se ejecutan a fin de poder garantizar el funcionamiento perfecto del motor conforme las especificaciones presentadas previamente por el cliente.

La importancia mayor o menor de una determinada prueba es función directa de la aplicación del motor y sus condiciones de trabajo. Por ejemplo, los

motores que accionan cargas con grandes momentos de inercia deben tener su par de arranque juiciosamente observado; los motores que trabajan en medios agresivos deben tener su grado de protección cuidadosamente comprobadas. A continuación se explican los diferentes tipos de ensayos con su respectiva hoja de reporte de resultados:

Ensayo de rutina.

Ensayo de calentamiento.

Ensayo del sistema de aislamiento.

Ensayo especial.

5.4.1. Ensayo de rutina.- Se pueden seleccionar algunas pruebas que, una vez efectuadas con resultados satisfactorios, pueden garantizar, con buen margen de seguridad, que la máquina está dentro de los patrones preestablecidos. Estos ensayos se llaman <<pruebas de rutina>>.

Medición de la resistencia Ω y temperatura $^{\circ}\text{C}$ de los arrollamientos.- El valor en cuestión es función directa de la potencia de la máquina; por este motivo este ensayo no está normalizado.



FIGURA 5.18. Medición de Resistencia de bobinado.

Se obtienen las resistencias de cada uno de los arrollamientos en frío utilizando un multímetro, a la temperatura de la máquina, supuesta igual a la del ambiente la cual se la obtiene con un termómetro. Los valores aceptables no deben diferir en más de un 10% entre sí, lo que garantiza, en principio, una alimentación equilibrada del motor.

Cabe indicar que la medida en cuestión debe ser siempre acompañada de la temperatura ambiente, puesto que su valor es función de la misma.

Ensayo en vacío.- Consiste en hacer girar el motor con tensión y frecuencias nominales, anotando los valores de corriente y potencia absorbidas. La corriente así medida es responsable de la magnetización de la máquina y el valor de la potencia es la suma de las pérdidas en el hierro, mecánicas (fricción y ventilación) y, además una pequeña parte corresponde a las pérdidas por efecto joule en vacío debidas a la corriente de magnetización.

El ensayo se lo realiza siguiendo el procedimiento indicado a continuación:

- Se conecta el analizador de potencia, en ausencia de tal instrumento, se usarán amperímetros, voltímetros y vatímetros.
- Se energiza el motor con el eje libre. El arranque debe ser en estrella triángulo o con variador de frecuencia para motores de más de 75 A, y en directo para menores.

- Se registran los datos de tensión, corriente y potencia de cada una de las fases si se requiere, o el promedio de ellos, tratando de realizar rápidas mediciones y evitar el calentamiento del motor.
- Se verifica el valor del factor de potencia y el porcentaje I_0/I_n , siendo I_0 la corriente de vacío e I_n la corriente nominal indicada en la placa del motor.
- Se comparan los datos obtenidos con los del catálogo del fabricante, si se lo dispone. Valores lejanos a los especificados indican errores en la medición o falla del motor (Valor promedio razonable de $I_0 / I_n = 0.50$).

Ni el valor de la corriente ni el de la potencia están normalizados y lo que se puede comprobar aquí es el porcentaje de la corriente de vacío en relación con la corriente nominal que, para motores de 2 a 6 polos, suele ser del 20% al 40%. Con el aumento de la polaridad, hay una elevación del porcentaje. Naturalmente, la banda aquí indicada tiene una característica solamente orientativa, pues puede ser alterada en función de algunas particularidades del proyecto (tipo de chapa de silicio empleada, entrehierro, etc.).

Ensayo rotor bloqueado.- Consiste en acoplar el motor al freno, se coloca un termómetro en la zona del cáncamo y se bloquea el giro del rotor.

- Se energiza el motor, en lo posible a tensión nominal V_n .
- Rápidamente, para evitar calentamiento, se registran los valores de tensión V_n , corriente I_n , potencia P_n y factor de potencia y el valor de fuerza F_n que indica el sensor del freno en estas condiciones. Si el

motor calentara por encima de los 20 °C sobre el ambiente, deberá enfriarse antes de realizar la prueba bajo estados de carga.

- El momento de arranque se obtiene por el producto entre la fuerza F_a y ancho de la chaveta igual a 0,01 m.
- Se determinan las relaciones fuerza o momento de arranque / fuerza o momento nominal F_a/F_n o M_a/M_n y las de corrientes respectivas I_a/I_n
- Los valores razonables de corriente de arranque superan 4 veces el valor nominal, dependiendo de la potencia y rpm del motor.
- Se requiere consultar el catálogo del fabricante para verificar los valores. En caso de anomalías en los resultados, se deberá repetir el ensayo.

5.4.2. Ensayo de calentamiento.- Se coloca la máquina en carga en sus condiciones nominales, es decir, tensión, frecuencia y par motor en el eje, hasta llegar a su estabilidad térmica. Soliendo utilizarse para esto, normalmente, termómetros localizados sobre la carcasa, cojinetes, entrada y salida del medio refrigerante, etc.

Se puede comprobar la elevación de temperatura por medio de los tres métodos siguientes:



FIGURA 5.19. Medición de temperatura de bobinado.

Método termométrico.

Método de la resistencia.

Método de los indicadores internos de temperatura.



CIB - ESPOL

El método más común es el de la resistencia en el que se comprueba la elevación de la temperatura a través de la variación de la resistencia óhmica de los arrollamientos frío y caliente, siendo importante que ambas se tomen las mediciones con los mismos aparatos y en las mismas condiciones.

La duración media de un ensayo de calentamiento varía de 2 a 8 horas.

Acoplado el motor al freno, se carga al 100% de potencia entregada y se deja en funcionamiento hasta su estabilización térmica. El calentamiento puede acelerarse disminuyendo la refrigeración y/o aumentando la potencia entregada.

- La estabilización se determina cuando la temperatura no varía más de 2°C en 1 hora, con un termómetro ubicado dentro de la rosca del cáncamo, o en cualquier otra zona libre de corrientes de aire.

- En esas condiciones se toman los valores de los parámetros de entrada y salida:

Tensión, corriente, potencia y factor de potencia promedios de entrada.

Kg y rpm de salida en el eje, para obtener la potencia entregada.

- Seguidamente, se carga al 50%, 75%, 125% de su potencia nominal y se toman los mismos parámetros.
- Se calculan el rendimiento del motor en cada estado, realizando el cociente entre potencia entregada, que es igual al producto del momento por la velocidad angular ($M_n \times \text{RPM}$), y la potencia consumida.
- Es deseable, mientras se realiza el ensayo, consultar el catálogo del fabricante para verificar la certeza de los datos obtenidos. En caso de datos alejados o dudosos se repetirán las mediciones.
- Criterios de aceptación: Según la IEC se tomarán como tolerancias aceptables:

Valores garantizados Tolerancias

Rendimiento η : -15% de 1- η

Pérdidas totales: +10% de las pérdidas totales

Factor de potencia: -0.02 y +0.07

Deslizamiento: $\pm 20\%$

- Luego de la estabilización, se detiene el motor y se toma la resistencia en caliente y la temperatura final del ambiente.
- La sobret temperatura media, obtenida por la siguiente expresión, no debe exceder los valores establecidos para la clase térmica de los aislantes:

$$B=80^{\circ}\text{C}; F=100^{\circ}\text{C} \text{ y } H=125^{\circ}\text{C}$$

$$Dt = (235 + t_i) (R_f / R_i) - 235 - t_{af}$$

Dt: es el incremento de temperatura medio del componente sobre el ambiente externo.

235 es el inverso al coeficiente de aumento de temperatura del cobre.

t_i : es la temperatura inicial a la que se mide

R_f : es la resistencia final del circuito en caliente

R_i : es la resistencia inicial del circuito en frío, supuesta igual a la del ambiente

t_{af} : es la temperatura del ambiente exterior al tablero

Ensayo de calentamiento de motor eléctrico trifásico.- El ensayo de calentamiento consiste en primer lugar medir las resistencias en frío de los bobinados y la temperatura ambiente inicial, luego se coloca el motor en el

freno y se hace arrancar al motor en vacío. A continuación se eleva la carga del freno hasta que alcanza los kilogramos que corresponde a la potencia nominal según la siguiente fórmula.

$$N = P * n \times 10^{-3}$$

N [Cv]: Potencia nominal del motor

P [Kg]: Carga nominal

n [rpm]: Velocidad nominal

Ejemplo: Cual sería los Kgs correspondiente a la potencia nominal de un motor de 10 CV con 1743 rpm:

$$P = \frac{N}{n \times 10^{-3}} = \frac{10}{1.743} = 5.75 [Kg]$$

Manteniendo esta carga en el motor se realizan mediciones de la temperatura del motor cada 15 minutos hasta que la temperatura entre una medición y otra no varíe 1°C, alcanzando de esta manera la estabilización en temperatura del motor.

Una vez estabilizado se toman los datos para la planilla de ensayo variando la carga para el 125%, 75% y 50% de la potencia nominal, además se realiza una medición a rotor bloqueado.

Por último se obtienen los valores de las resistencias en caliente de los bobinados y teniendo en cuenta la temperatura de ambiente final se calcula

la siguiente fórmula que corresponde a sobre elevación de temperatura de los bobinados.

$$\Delta t = (235 + t_{ai}) * \frac{R_f}{R_i} - 235 - t_{af}$$

Δt [°C] : Variación de la temperatura del bobinado.

t_{ai} [°C] : Temperatura ambiente inicial.

t_{af} [°C] : Temperatura ambiente final.

R_i [Ω] : Resistencia inicial promedio del bobinado.

R_f [Ω] : Resistencia final promedio del bobinado.

A continuación se muestra la planilla del ensayo.

INFORME DE ENSAYO DE MOTOR ELETRICO

Cliete: _____ **Fecha:** _____ **N° ensayo:** _____ **Página:** _____

Datos del motor: _____

Marca	N°	Tipo	Fases	Kw(Cv)	rpm	V

Hz.	A.	cos ϕ	Serv.	Aisl.	IP	IM

Motivo del ensayo: _____

Instrumental utilizado: _____

Termómetro de vidrio Ohmímetro digital
 Termómetro digital
 Tacómetro digital PROVARM1000

Resistencias y temperaturas de los bobinados: _____

Ω (Frio)	°C(Ambiente.)	Ω (Caliente)	°C(Caliente)	Δt Bobinados °C

Ensayo de funcionamiento: _____

	V	A	Wlinea	Weje	rpm	Kg	cos ϕ	% Rend.
Vacio								
Arranque								
125%								
100%								
75%								
50%								

Calentamiento: _____

Hora								
Kg								
rpm								
°C amb.								
°C motor.								
Hora								
Kg								
rpm								
°C amb.								
°C motor.								

5.4.3. Ensayo del sistema de aislamiento.- Este ensayo sirve para evaluar la condición de aislamiento entre fases y entre fase y tierra. Se trata de un valor mínimo normalizado lo que es una condición necesaria; pero no suficiente, para garantizar que el motor soporta la prueba de tensión aplicada. Estos ensayos se dividen en:

Ensayo de resistencia de aislamiento.

Ensayo de rigidez dieléctrica.

Ensayo de resistencia de aislamiento.- Aceptando las recomendaciones de la norma argentina IRAM 2125 para baja tensión y extendiéndolas para todas las tensiones

- Se desconecta el motor de la línea.
- Se realiza un puente estrella o triángulo entre los bobinados del motor.
- Se conecta el megóhmetro a un terminal de una fase del motor y a masa, previamente seleccionada la tensión de prueba como $1.42 \times V_n$, siendo V_n la tensión nominal de la máquina, con valores límites de 5000 V.
- Se energiza durante 1 minuto y se toman los valores de resistencia de aislamiento y temperatura.
- Para medir el aislamiento entre fases se realiza una medición entre una fase y las otras dos unidas.

- Se considera un buen valor de resistencia de aislamiento al que es superior al número 500 M Ω

Para el ensayo de aislamiento se utiliza un instrumento llamado Megger, el cuál envía 500 voltios de corriente continua durante un minuto al bobinado del motor poniendo a prueba el aislamiento entre los bobinados y el estator y entre los bobinados mismos.

Los valores que determinan en qué estado se encuentra el aislamiento del bobinado son los siguientes.

Valores de aislamiento para máquinas de hasta 1.5 kV	
Valor (MΩ)	Evaluación del aislamiento
2 ó menor	Malo
Entre 2 y 50	Peligroso
Entre 50 y 100	Regular
Entre 100 y 500	Bueno
Entre 500 y 1000	Muy bueno
Mayor a 1000	Excelente

TABLA 5.2. Valores de aislamiento.



FIGURA 5.20. Medición de la resistencia de aislamiento.

Ensayo de rigidez dieléctrica.- En este ensayo se aplica una tensión entre los bobinados y el estator y en los bobinados entre sí corroborando que no exista circulación de corriente, esto significa que el aislamiento es bueno. La tensión a aplicar depende de la siguiente fórmula y tiene una duración de 30 segundos:

$$\text{Tensión} = 1000 + 2V_n$$

$$V_n = \text{Tensión nominal del motor}$$

Este proceso es destructivo, ya que si el bobinado no lo soporta produce su destrucción.

Se desconecta el motor de la línea. El ensayo es más exigente cuando la máquina está caliente.

- Se realiza un puente estrella o triángulo entre los bobinados del motor.
- Se conecta el medidor de rigidez a un terminal de una fase del motor y a masa, previamente seleccionada una tensión de prueba de $1000\text{ V} + 2V_n$, 60 Hz, para motores nuevos y del 50% para motores rebobinados o usados.
- Se energiza durante 1 minuto y se registra la temperatura de la máquina
- Para medir rigidez entre fases se realiza una medición entre una fase y las otras dos unidas, con idéntico valor de tensión (se prefiere realizar esta medición solo una vez para no deteriorar el aislamiento).
- El ensayo es satisfactorio cuando no se verifica descarga disruptiva.



FIGURA 5.21. Equipo de Rigidez dieléctrica.



FIGURA 5.22. Medición de la Rigidez dieléctrica del bobinado.

Como adicional con este ensayo se puede saber el índice de polarización que es un indicador más del estado del aislamiento, siguiendo los pasos:

- Se repite el procedimiento anterior, tomando los valores de aislamiento al minuto y a los 10 minutos.
- El cociente $R_{10}/R_{01} = IP$ es el índice de polarización.
- El resultado superior a 2.0 se puede considerar aceptable, siempre que también lo sean los valores de aislamiento

A continuación se muestran las planillas de ensayo de aislamiento y rigidez dieléctrica.



CIB -ESPOL

INFORME DE ENSAYO DE AISLACIÓN.

Cliente: _____ **Fecha:** _____ **N° ensayo:** _____ **Página:** _____

Datos del motor:

Marca	N°	Tipo	Fases	Kw(HP)	rpm	V
Hz	A	cos ϕ	Serv	Aisl	IP	IM

Motivo del ensayo:

Instrumental utilizado:

Megóhmetro digital TES 1600

Ensayo:

Puntos	Resistencia [M Ω]
masa - U1	
masa - V1	
masa - W1	
U1 - V1	
V1 - W1	
W1 - U1	

Firma responsable del ensayo.

INFORME DE ENSAYO DE RIGIDEZ DIELECTRICA

Cliente: _____ **Fecha:** _____ **Nº ensayo:** _____ **Página:** _____

Datos del motor: _____

Marca	Nº	Tipo	Fases	Kw(Cv)	rpm	V

Hz	A.	cos ϕ	Serv	Aisl.	IP	IM

Motivo del ensayo: _____

Instrumental utilizado: _____

Autotransformador elevador de tensión con amperímetro.

Ensayo: _____

Puntos	Estado del aislante
masa - U1	
masa - V1	
masa - W1	
U1 - V1	
V1 - W1	
W1 - U1	

Firma responsable del ensayo.

5.4.4. Ensayo especial.- Además de los ya descritos anteriormente, existen ensayos especiales uno de los más importantes es el siguiente:

Ensayo de vibraciones.

Ensayo de vibraciones.- Se recomienda pedir esta prueba siempre que se trate de máquinas de dos polos. Tales máquinas tienen, en la mayoría de los casos, la frecuencia crítica del rotor subsíncrona lo que determina la imperiosa necesidad del mantenimiento riguroso de todas las medidas mecánicas durante el montaje, así como un equilibrio bastante cuidadoso. Cualquier medida, aunque esté muy poco fuera de lo especificado, podría influir significativamente en el comportamiento vibracional del motor.

Por esta razón, durante la fabricación se debe tener el máximo cuidado desde las etapas de manufactura hasta el equilibrio del rotor, para garantizar que no haya desplazamientos del valor de la frecuencia crítica en el sentido de la velocidad nominal.

Si esto ocurre, la máquina será rechazada y las alternativas para recuperarla serán extremadamente onerosas y lentas.

Por esta razón se recomienda, una vez más, la necesidad de la ejecución de un ensayo de vibración en este tipo de motor.

Para realizar este ensayo se debe sujetar el motor por el cáncamo de sujeción a través de un resorte o también posarlo sobre una cama elástica

para aislarlo y obtener de esa forma mediciones reales sin influencias externas. Las mediciones se realizan en seis puntos específicos.

Las mediciones del grado de vibración deben ser efectuadas sobre los cojinetes, en la proximidad del eje, en tres direcciones perpendiculares, con la máquina en operación funcional normal (con eje horizontal o vertical).

La localización de los puntos de medición y los sentidos a que se refieren los niveles de grado de vibración están especificados en la siguiente figura:

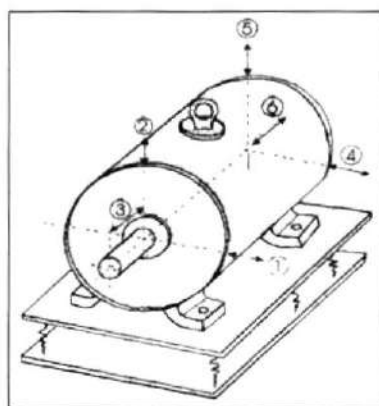


FIGURA 5.23. Puntos de medición.

Los datos obtenidos en las mediciones son:

Velocidad de vibración en valor eficaz y pico.

Aceleración de vibración en valor eficaz y pico.

Con el promedio de los datos de velocidad de vibración eficaz se puede verificar por tabla el balanceo del motor conforme a la norma IEC 34-14.

$$\text{Promedio de } v_{\text{rms}} = \frac{\sum_{i=1}^n v_{\text{rms}}}{n}$$

Límites recomendados para la severidad de vibración conforme IEC 34-14.

BALANCEO	VELOCIDAD RPM DE LA MAQUINA	MAXIMO VALOR EFICAZ DE LA VELOCIDAD DE VIBRACION PARA LA ALTURA DE H DEL EJE		
		56 A 132 mm/s	160 A 225 mm/s	250 A 355 mm/s
N (NORMAL)	600 A 1800	1,8	1,8	2,8
	1800 A 3600	1,8	2,8	4,5
R (REDUCIDA)	600 A 1800	0,71	1,12	1,8
	1800 A 3600	1,12	1,8	2,8
S (ESPECIAL)	600 A 1800	0,45	0,71	1,12
	1800 A 3600	0,71	1,12	1,8

TABLA 5.3. Valores de vibración.

Para el valor de pico multiplicar los valores de la tabla por raíz de 2.

Los valores de la tabla de arriba son válidos para mediciones realizadas con la máquina a vacío y desacoplada al freno, funcionando en la frecuencia y tensión nominales.

Para máquinas que giran en los dos sentidos los valores de la tabla se aplican en ambos sentidos.

La tabla no se aplica a máquinas montadas en el local de instalación, motores trifásicos con conmutador, motores monofásicos, motores trifásicos con alimentación monofásica, o a máquinas acopladas a sus máquinas de accionamiento o cargas accionadas.

A continuación se muestra la planilla de ensayo de vibración.

INFORME DE ENSAYO DE VIBRACIONES DEL MOTOR ELETRICO

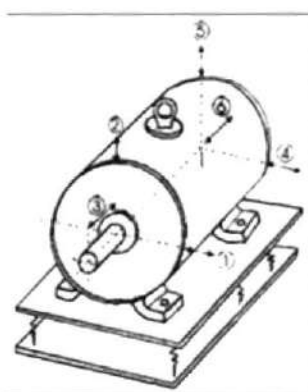
Cliete: _____ **Fecha:** _____ **N° ensayo:** _____ **Página:** _____

Datos del motor:

Marca	N°	Tipo	Fases	Kw(Cv)	rpm	V

Hz	Tensión	Polos	Serv	Aisl.	IP	IM

Limites recomendados para la severidad de vibración, conforme norma IEC 34-14.



Balanceo	Velocidad	Máximo valor eficaz de la velocidad de vibración para la altura H del eje		
	rpm de la máquina	56 a 132	160 a 225	250 a 355
		mm/s	mm/s	mm/s
N (normal)	600 a 1800	1,8	1,8	2,8
	1800 a 3600	1,8	2,8	4,5
R (reducida)	600 a 1800	0,71	1,12	1,8
	1800 a 3600	1,12	1,8	2,8
S (especial)	600 a 1800	0,45	0,71	1,12
	1800 a 3600	0,71	1,12	1,6

PUNTOS										
N° DE SERIE DE MOTOR	1		2		3		4		5	
	pico	rms	pico	rms	pico	rms	pico	rms	pico	rms
VELOCIDAD										
ACELERACION										
	6		7		8		9		10	
	pico	rms	pico	rms	pico	rms	pico	rms	pico	rms
VELOCIDAD										
ACELERACION										

V (mm/s) Valor eficaz de la velocidad de vibración

μ (μ m) Amplitud de vibración

g (mm/s^2) Aceleración de vibración

Observaciones:

Firma responsable del ensayo

CAPITULO VI

ANÁLISIS ECONÓMICO DE FACTIBILIDAD.

6.1. Demanda.

El mercado, como conocemos se basa en el juego fundamental de la oferta y la demanda. Para este trabajo, se ha centrado en el estudio de la oferta y la demanda en un mercado para el mantenimiento y reparación de motores eléctricos.

En la obtención de la demanda de cualquier servicio o bien, siempre habrá varias variables que intervienen en el proceso, teniendo que dentro de las variables pueden ser mantenimiento, horas de funcionamiento, molestias que ha tenido, circunstancias de trabajo, y el precio, pero para facilitar el estudio o para determinar la demanda se aplica el concepto de **ceteris paribus**⁹, que significa que todas las variables permanecen constantes excepto el precio de un servicio o bien, por lo tanto el precio de mantenimiento y/o reparación de motores es el que marcará la demanda que podría tener el laboratorio.

La demanda obtenida ha sido considerada de dos formas, de tal manera de obtener lo mas cercano a la realidad, la una es aplicando un modelo matemático basado en la ecuación lineal mediante el análisis de datos estadísticos que han sido tomados desde el año 2003 hasta el 2006: y, la

⁹ Concepto económico tomado del libro Economía Cristian Larroulet.

otra pronosticando un 10% anual en la cantidad de motores que van a ser reparados, considerando que conforme pasa el tiempo la vida útil se reduce, por lo tanto los motores van a presentar mayor número de fallas.

La primera forma se la obtuvo, analizando los datos y gráficos tipo pastel que están en el capítulo 1, los mismos que representan la cantidad de motores que han sido enviados a reparación en los diferentes escuadrones que conforman la Comandancia de Escuadra.

Hay que tener en cuenta que los gráficos demuestran la cantidad de motores en los diferentes años con respecto al número de fallas, a partir de los cuales se obtiene la curva que se muestra a continuación, la misma que representa gráficamente el comportamiento de la suma del número de fallas totales de las diferentes unidades en cada uno de los años considerados para el análisis.

No. De Año	AÑO	# DE FALLAS
1	2003	133
2	2004	161
3	2005	192
4	2006	163

TABLA 6.1. Numero de fallas en cada ano.

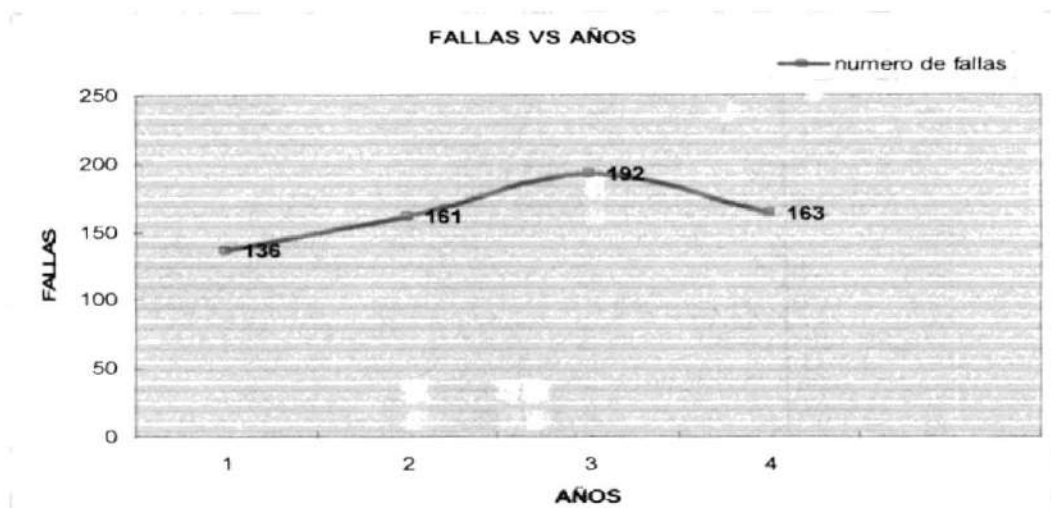


FIGURA 6.1. Curva de fallas vs años.

Cabe mencionar que la curva de fallas vs años aumenta no es en forma lineal como se aprecia en la curva de color rojo, lo que explica que el número de fallas en los equipos depende de las circunstancias de trabajo y de operación de los equipos.

A esta curva, se le agregara una tendencia lineal, la misma que se presenta de color negro, cuya ecuación lineal es $Y = 11,2 (x) + 135$.



CIB -ESPOL

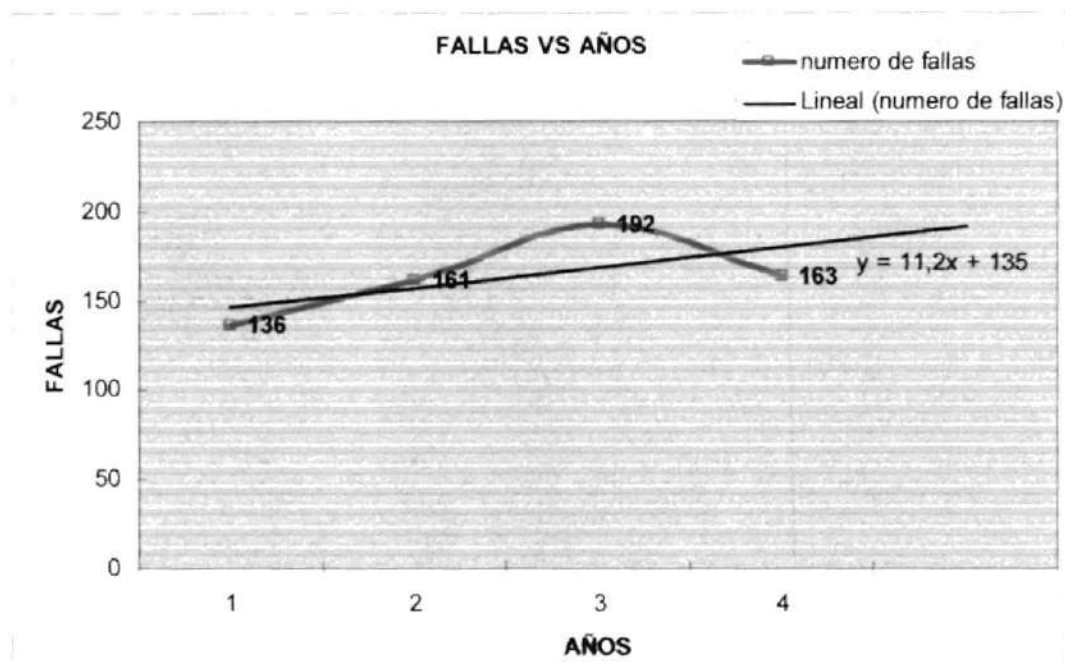


FIGURA 6.2. Tendencia lineal de la curva de fallas vs años.

Sin embargo al agregar una tendencia lineal, se obtuvo los datos de la pendiente y el valor inicial o constante que son elementos básicos de la ecuación general de la línea, cuyos valores son:

$$Y = m(x) + b$$

Donde $m = 11,2$ y $b = 135$; que representa el valor de corte del eje de las y , ó sea el número de fallas al inicio del 2003, que es punto de inicio o año cero, desde que se empezó a tomar los datos.

Por lo tanto la ecuación de la demanda sería:

$$Y = 11,2 (X) + 135$$

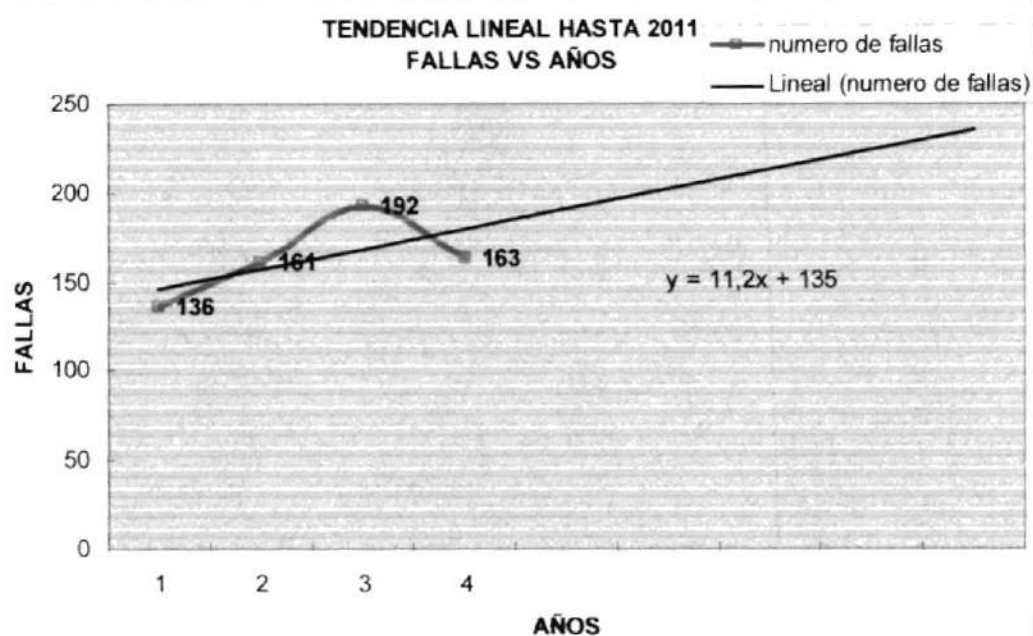


FIGURA 6.3. Tendencia lineal de la curva de fallas vs años.

Se puede apreciar gráficamente el comportamiento tendencial de la demanda, basada en la ecuación de la línea recta, hasta el año 2011, de la cual se puede determinar el número de fallas que se producirán durante los años venideros, según la tabla que a continuación se detalla:

(x)	AÑO	Y= F(X)
1	2003	135
2	2004	161
3	2005	169
4	2006	180
5	2007	191
6	2008	202
7	2009	213
8	2010	225
9	2011	236

TABLA 6.2. Proyección de números de fallas hasta el año 2011.

Con los datos de esta tabla se considerara el ingreso total del laboratorio a precios de costo, lo que nos permitirá ver en que tiempo voy a recuperar la inversión utilizada, hay que notar que estamos trabajando con los valores de costo, mas no con el precio de venta del servicio, por lo que el tiempo de recuperación de la inversión se reduciría al aplicar valores que dejen utilidad real.

Al tener la demanda en cada año y multiplicar por el precio de costo, el cual es obtenido en el literal 6.3. Determinación de costos, obtendremos el Ingreso total, mostrado en el cuadro que se tiene a continuación:

Primera Forma.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
INGRESOS	168804	201314,4	211317,6	225072	238826,4	252580,8	266335,2	281340	295094,4

TABLA 6.3. Ingresos aplicando la primea forma de la demanda.

La segunda forma de llegar a establecer la demanda es simplemente con un aumento del 10% al año anterior, con lo cual se crearía la siguiente demanda:

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
# FALLAS	133	161	192	163	179	197	217	239	263

TABLA 6.4. Número de fallas obtenidas de la segunda forma (Aumentando 10% anual).

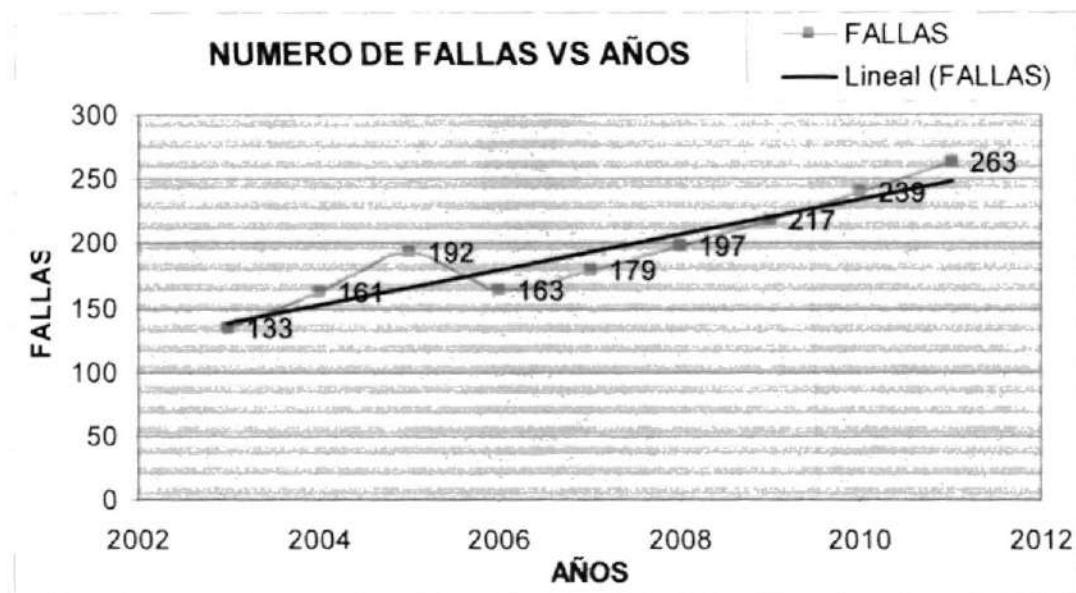


FIGURA 6.4. Tendencia número de fallas hasta el 2011.

Al realizar los ingresos que se tendría con esta cantidad de reparaciones o mantenimiento de los motores se obtendría la siguiente tabla:

Segunda Forma.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
INGRESOS	166303,2	201314,4	240076,8	203815,2	223821,6	246328,8	271336,8	298845,6	328855,2

TABLA 6.5. Ingresos utilizando la segunda forma de la demanda.

Al comparar las dos formas de establecer la demanda, se aprecia que no existe mucha desviación entre los valores de una y otra, con lo cual se podría decir que ambos apuntan hacia una demanda aproximada valedera.

El valor total de costo de reparación de un motor llegó a establecerse en 1250,4 dólares, el cual es el valor con el cual se realizó las tablas anteriores de ingresos en los dos tipos de tablas.

De acuerdo al estudio de mercado, existen talleres que cobran de acuerdo a la potencia que tiene el motor a reparar, teniendo los valores en el siguiente cuadro que muestra una cotización dada por el taller eléctrico Remitec:

HP	RPM			
	3500	1700	1100	800
1	70	70	80	90
2	80	80	90	100
3	90	90	100	130
5	110	110	140	180
7,5	140	140	180	220
10	160	160	180	220
12	170	170	200	230
15	230	230	270	310
20	290	290	330	370
25	330	330	380	430
30	360	360	400	440
40	500	500	550	600
50	650	650	780	930
75	800	800	900	1000
100	900	900	1100	1300
125	1250	1250	1400	1550

TABLA 6.6. Costo de reparación de un motor por hp y revoluciones.

En la tabla se puede apreciar que el costo promedio de reparar un motor de 45 HP y el de 1 HP en Remitec es de $(650 + 70)/2 = 360$, valor que representaría el costo de un motor en este taller. Hay que aclarar que en la pro forma se escribe que no está incluido IVA, mano de obra, rulimanes y reparación de la parte mecánica. Por esta razón si analizamos los valores que faltan a agregar a los precios de la proforma subiría el costo promedio, y se aproximaría al valor promedio anterior que fue calculado por el cobro que realiza ASTINAVE.

6.2. Elasticidad de la demanda.

La elasticidad de la demanda se utiliza para analizar en términos cuantitativos cómo se ajusta el mercado a las variaciones de los determinantes de la demanda. De tal forma que habrá que pensar que sucede cuando el precio de reparación y mantenimiento de un motor varíe, teniendo en cuenta que si el precio aumenta la cantidad demandada será menor y viceversa. Pero lo que se concluye cuando varía el precio, lo que se debe conocer es si varía el ingreso total de alguna forma, y esta variación obedece a la sensibilidad de la cantidad demandada.

6.3. Análisis de la oferta.

Al igual que la demanda, existen varios factores o variables que determinan la oferta de una empresa, entre estos esta la tecnología, los precios de los factores productivos (tierra, trabajo, capital) y el precio del servicio que se

desea ofrecer, en este caso el laboratorio ofrecerá calidad, garantía y servicio especializado.

Bajo la condición de **ceteris paribus**, se puede determinar la oferta en relación al precio de mantenimiento o reparación y las cantidades que el laboratorio podría ofrecer por el tiempo de entrega de los trabajos.

Tomando en consideración el tiempo de reparación y/o mantenimiento que demora realizar el trabajo a un motor y la capacidad instalada que tendrá el laboratorio para ofrecer los servicios, se puede afirmar que el laboratorio de prueba y reparación de motores estará en condiciones de ofertar los trabajos adecuados sin importar la cantidad de motores que demanden las unidades de la Escuadra Naval mes a mes para su reparación, ya que al contar con tecnología adecuada se rebajan los tiempos de entrega de un trabajo, estando en la capacidad de ofertar los diferentes servicios para cubrir la demanda que se podría presentar.

6.4. Punto de equilibrio.

El punto de equilibrio es aquel punto en el cual se intercepta la demanda con la oferta de cierto producto o servicio, en este caso sería con la oferta que presenta el laboratorio con la demanda que se obtiene de la cantidad de motores que van a ser reparados, con el precio como variable.

Se ha considerado como la oferta a la capacidad que tendría el laboratorio para reparar y dar mantenimiento a los motores de acuerdo a la capacidad instalada, por lo que se tiene como una ecuación lineal constante, ya que se dispondría de un valor de 260 anuales, lo que estaríamos representando mensualmente a la cantidad de 21 motores aproximadamente.

6.5. Determinación de los costos.

Para determinar, los costos en el mantenimiento y reparación de motores, se ha realizado un levantamiento de valores correspondientes para un motor de 75 hp y para uno de 0,75 hp, obteniendo un valor promedio del costo, los mismos que están detallados claramente en los siguientes literales.

La determinación de estos valores servirá para realizar los cálculos matemáticos necesarios con el fin de establecer la conveniencia o no del proyecto.

6.5.1. Materias primas.- Para realizar el trabajo de mantenimiento y reparación de motores eléctricos se requiere de varios materiales; a continuación se detalla la referencia de materiales empleados para el mantenimiento y reparación de un motor de una potencia de 45 HP:



CIB -ESPOL

MATERIA PRIMA:

DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	UNIT	TOTAL
MOTOR DE 45 HP				
CARTILINA NOMES 3-5-3	2,00	UND	8,00	16,00
BARNIZ DE AIRE DOLPHS	0,50	GLN	28,00	14,00
CUÑA NOMEX C	10,00	UND	1,00	10,00
ALAMBRE ESMALTADO # 18 AWG	10,00	Lbr.	2,50	25,00
ALAMBRE ESMALTADO # 17 AWG	25,00	Lbr.	2,50	62,50
CINTA DE VIDRIO # 27	1,00	UND	10,00	10,00
REATA POLIESTER DE 1/4"	12,00	MTRH	0,60	7,20
SPAGUETTY DE VIDRIO # 3	8,00	MTRH	0,52	4,16
SOLDADURA DE BERA 1,5	0,50	Lbr.	6,00	3,00
CABLE EXAR # 10	4,00	MTRH	2,50	10,00
SPRAY ROJO DOPHS	1,00	UND	8,00	8,00
BROCHA DE 2"	1,00	UND	1,00	1,00
RULIMAN 212 AA	1,00	UND	100,00	100,00
RULIMAN S/N	1,00	UND	25,00	25,00
LIQUIDO PARA LIMPIAR MOTORES	1,00	GLS	8,00	8,00
LIJA G/M	1,00	UNDS	10,00	10,00
CINTA MASKINTAPE 1/2"	1,00	UND	0,29	0,29
LIEMCILLO	2,00	METR	0,60	1,20
TERMINAL DE OJO 10-12 AW	6,00	UNS	0,15	0,90
BORNERA DE 6 TERMINALES 30 A.	1,00	UND	35,00	35,00
BRONCE 92700	30,00	KGR	6,00	180,00
DISCO DE CORTE 1/8" X 7"	1,00	UND	2,00	2,00
LIJA DE HIERRO G/G	2,00	UND	0,35	0,70
LIJA DE HIERRO G/M	2,00	UND	0,35	0,70
LIJA DE HIERRO G/F	2,00	UND	0,35	0,70
BARRA DE ACERO INOX DIÁ. 2-1"/ 2"	1,00			165,00
MOTORES				85,00
PERNERIA				25,00
			TOTAL	810,35

TABLA 6.7. Costos de materia prima.

MATERIA PRIMA:

DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	UNIT	TOTAL
MOTOR 0,75 HP.				
LIQUIDO ELECTROSOL PLUS	1,00	GALN	13,00	13,00
BARNIZ DOLPHS DE AIRE	0,50	UND	28,00	14,00
LIEMCILLO	2,00	MTR	0,60	1,20
BROCHA DE 2"	1,00	UND	1,00	1,00
SPRAY ROJO DOLPHS	1,00	UND	8,00	8,00
RULIMAN 6203 LX	1,00	UND	18,00	18,00
RULIMAN 6205 LX	1,00	UND	18,00	18,00
COLECTOR (RING A)	1,00	UND	18,00	18,00
VARIOS				20,00
TOTAL				111,20

TABLA 6.9. Costos de materia prima.

MANO DE OBRA:

Motor de 0,75 HP.	TALLER	HH	UNT.	TOTAL
Mantenimiento Eléctrico de 1 Motor De Arranque.				
1. Desarmar motor de arranque	20,00	24	4,20	100,80
2. Desconexión de circuitos				
3. Limpieza de piezas y partes				
4. Lavar con solvente eléctrico las bobinas				
5. Secado e impregnación de las bobinas				
6. Verificación de aislamiento				
7. Monta y conectar circuito				
8. Cambio de 02 bocines				
9 Armado, montaje y pruebas en muelle				
Alternador de 24 V DC.				
1. Desarmar alternador				
2. Desconexión de circuitos				
3. Limpieza de piezas y partes				
4. Lavar con solvente eléctrico las bobinas	20,00	24	4,20	100,80
5. Secado e impregnación de las bobinas				
6. Verificación de aislamiento				
7. Monta y conectar circuito				
8. Cambio de 0 de 02 rulimanes				
9. Cambio de 01 colector armado y pruebas				
Supervisión.	200,00	4	4,86	19,44
TOTAL				221,04

TABLA 6.10. Costos de mano de obra.

Con los cuadros dados, se va a realizar un promedio de costos, a manera de interpolación de valores los mismos que servirán para realizar las proyecciones de valores en el tiempo, para determinar el estado de resultados actual, así como el proyectado en el tiempo de manera que sea lo más real posible.

Costo promedio:

	Materiales.	Mano de obra.
Motor 45 hp.	810,35	1120,66
Motor 0,75 hp.	111,20	221,04
Costo Promedio.	460,775	670.85

TABLA 6.11. Costos promedio.

De acuerdo al cuadro anterior vemos que el costo promedio de materia prima es 460.775 dólares y mano de obra 670,85 dólares. Se debe tener en cuenta que en estos valores esta el **costo indirecto de supervisión**, pero que fue considerado como un solo rubro en lo que respecta a costos primos, Por lo que el total es 1131,65 dólares.

6.5.2. Mano de obra directa.- Tiene que ver con los costos que produce, la mano de obra que va a participar directamente la reparación y mantenimiento de los motores, por lo que al igual que en los costos de la materia prima se

6.5.4. Costo de otros insumos.- En este grupo se encuentra los costos de agua, energía eléctrica, combustibles, detergentes, reactivos, etc. Para el desarrollo se ha hecho referencia solamente a los valores de energía eléctrica, ya que los valores de los otros artículos detallados no son parte de los productos que afecten a la producción del laboratorio.

De acuerdo a la factura de la empresa eléctrica, dada por ASTINAVE, se ha realizado una aproximación del consumo que llevaría a cada motor repararlo, como se aprecia en la siguiente tabla, la misma que señala un promedio de órdenes de trabajo que recibe al mes en la actualidad, permitiendo de esta manera calcular los valores de los costos designados como otros insumos.

ASTINAVE factura en la planilla de luz eléctrica mensual entre 9000 y 10000 dólares, no dispone de medidores independientes para cada taller, lo que dificulta verificar el consumo de luz eléctrica mensual, por tal motivo se ha aproximado el valor de lo que consumiría el taller, lo que se traduce en 700 dólares mensuales, de lo cual con el número de ordenes de trabajo mensuales se ha dividido este valor para obtener aproximadamente cuanto se consumiría en la reparación o mantenimiento de un motor.

Mes	Número de ordenes de trabajo	Valor (\$) 700/ No. ordenes	Promedio valor de pago de luz por motor.
Enero	10	70	
Febrero	08	87,5	
Marzo	12	58,33	
Abril	04	175	
Mayo	08	87,5	
Junio	09	77,77	
Julio	18	38,88	
Agosto	09	77,77	
Septiembre	13	53,84	
Octubre	11	63,63	
Noviembre	08	87,5	
Diciembre	09	77,77	
Promedio por orden de Trabajo.	9,9		\$ 79,6

TABLA 6.13. Costo de consumo de energía eléctrica.

6.5.5 Costos de mantenimiento.- Estos costos abarcan los mantenimientos preventivos y los correctivos de los diferentes equipos y maquinarias del laboratorio adquirido. Para ponerle un valor se le considera como un porcentaje del valor de adquisición de los equipos, fijándolo para este caso un 3% mensual, según se detalla en la tabla que se muestra a continuación:

Valor de inversión de equipos (\$)	Porcentaje (%)	Valor mensual (\$)	Valor anual (\$)
211806	3	529,51	6354,

TABLA 6.14. Costo de mantenimiento.

De este cuadro se desprende que el valor de mantenimiento para los equipos del laboratorio será de 440,475 dólares, los mismos que estarán cargados al costo de reparación de cada uno de los motores ingresados al laboratorio, con el fin de ser lo mas exacto posible en lo que se refiere al costo de reparación y/o mantenimiento de un motor y realizar los cálculos necesarios para establecer los cuadros necesarios para llegar a establecer el estado resultados proyectado, el cual afirmara si el proyecto es o no viable.

6.5.6 Costos de depreciación.- Estos costos aparecen por la disminución en el valor de las propiedades físicas con el paso del tiempo, por lo tanto la depreciación establece una deducción anual contra ingresos antes de impuestos. Esto en forma más simple significa tomar anualmente un porcentaje de la inversión que se ha realizado y que permite, al irse sumando los valores anuales, después de un cierto tiempo recuperar la inversión.

Para calcular la depreciación existen varios métodos, de los cuales se ha escogido el método de la línea recta (LR), la cual supone que se deprecia un monto constante cada año en la vida depreciable (útil) del activo.

Teniendo en cuenta lo dicho, se presenta la siguientes tablas, las mismas que han sido tomando en cuenta la clase del bien y el periodo de recuperación del Sistema Modificado de Recuperación de Costo Acelerado (SMRCA), el cual es el principal método para calcular las deducciones de depreciaciones para bienes en proyectos de ingeniería

EDIFICIO DEL LABORATORIO (20 AÑOS)		
	DEDUCCION DE LA DEPRECIACION	VALOR EN LIBROS
0		95922,79
1	4796,1395	91126,6505
2	4796,1395	86330,511
3	4796,1395	81534,3715
4	4796,1395	76738,232
5	4796,1395	71942,0925
6	4796,1395	67145,953
7	4796,1395	62349,8135
8	4796,1395	57553,674
9	4796,1395	52757,5345
10	4796,1395	47961,395
11	4796,1395	43165,2555
12	4796,1395	38369,116
13	4796,1395	33572,9765
14	4796,1395	28776,837
15	4796,1395	23980,6975
16	4796,1395	19184,558
17	4796,1395	14388,4185
18	4796,1395	9592,279
19	4796,1395	4796,1395
20	4796,1395	0

TABLA 6.15. Depreciación del edificio.

EQUIPOS (10 AÑOS)		
	DEDUCCION DE LA DEPRECIACION	VALOR EN LIBROS
0		211806,00
1	21180,6	190625,4
2	21180,6	169444,8
3	21180,6	148264,2
4	21180,6	127083,6
5	21180,6	105903
6	21180,6	84722,4
7	21180,6	63541,8
8	21180,6	42361,2
9	21180,6	21180,6
10	21180,6	0

TABLA 6.16. Depreciación de equipos de laboratorio.

MUEBLES DE OFICINA (10 AÑOS)		
	DEDUCCION DE LA DEPRECIACION	VALOR EN LIBROS
0		40000
1	4000	36000
2	4000	32000
3	4000	28000
4	4000	24000
5	4000	20000
6	4000	16000
7	4000	12000
8	4000	8000
9	4000	4000
10	4000	0

TABLA 6.17. Depreciación de muebles de oficina.

EQUIPOS DE COMPUTACION		
	DEDUCCION DE LA DEPRECIACION	VALOR EN LIBROS
0		4500
1	900	3600
2	900	2700
3	900	1800
4	900	900
5	900	0

TABLA 6.18. Depreciación de equipos de computación.

DEPRECIACION TOTAL					
	EDIFICIO	EQUIPOS	MUEBLES OF.	EQUIPOS DE COMPUTAC.	TOTAL
0					
1	4796,13	21180	4000	900	30876,13
2	4796,13	21180	4000	900	30876,13
3	4796,13	21180	4000	900	30876,13
4	4796,13	21180	4000	900	30876,13
5	4796,13	21180	4000	900	30876,13
6	4796,13	21180	4000		29976,13
7	4796,13	21180	4000		29976,13
8	4796,13	21180	4000		29976,13
9	4796,13	21180	4000		29976,13
10	4796,13	21180	4000		29976,13
11	4796,13				4796,13
12	4796,13				4796,13
13	4796,13				4796,13
14	4796,13				4796,13
15	4796,13				4796,13
16	4796,13				4796,13
17	4796,13				4796,13
18	4796,13				4796,13
19	4796,13				4796,13
20	4796,13				4796,13

TABLA 6.19. Depreciación total.

COSTOS PRIMOS (MATERIA PRIMAS, MANO DE OBRA DIRECTA, MANO DE OBRA INDIRECTA).							
AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	1	2	3	4	5	6	7
\$	1131,65	1188,23	1247,64	1310,03	1375,53	1444,30	1516,52

TABLA 6.20. Costos primos.

COSTOS DE OTROS INSUMOS (AGUA POTABLE, LUZ ELECTRICA).							
AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	1	2	3	4	5	6	7
\$	79,6	83,58	87,759	92,14	96,75	101,59	106,67

TABLA 6.21. Costos de otros insumos.

COSTOS DE MANTENIMIENTO (PORCENTAJE CON RESPECTO A LA ADQUISICION DE LOS EQUIPOS).							
AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	1	2	3	4	5	6	7
\$	5285,7	5549,98	5827,48	6118,85	6424,80	6746,04	7083,34

TABLA 6.22. Costos de mantenimiento.

COSTOS POR DEPRECIACION.							
AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	1	2	3	4	5	6	7
\$	27196,13	27196,13	27196,13	27196,13	27196,13	26296,13	26296,13

TABLA 6.23. Costos por depreciación.

COSTOS DE OTROS INSUMOS (AGUA POTABLE, LUZ ELECTRICA).							
AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	1	2	3	4	5	6	7
\$	79,6	9552	10507,20	11557,92	12713,71	13985,08	15383,59

TABLA 6.24. Costos de otros insumos.

COSTOS DE MANTENIMIENTO (PORCENTAJE CON RESPECTO A LA ADQUISICION DE LOS EQUIPOS).							
AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	1	2	3	4	5	6	7
\$	5285,7	5549,98	5827,48	6118,85	6424,80	6746,04	7083,34

TABLA 6.25. Costos de mantenimiento.

El cuadro anterior encierra a todos los costos involucrados directa como indirectamente en los servicios que brindara el laboratorio, a partir de los cuales se realizara el estado de resultados para obtener los indicadores que muestran si un proyecto es aceptable y factible realizar, como el VAN, TIR cuyas definiciones se exponen más adelante.

6.5.7. Costos financieros.- Estos costos se refieren a los intereses que se deben pagar por préstamos hechos a entidades financieras para realizar el proyecto, pero en este caso como el dinero tiene que ser financiado por la ARMADA ECUADOR, no tiene costos financieros que vayan a sumar a los costos totales.

6.5.8. Costos no Tangibles.- Son aquellos que se refieren a todos los gastos ocurridos durante el proyecto, pero que no afectan directamente al mismo, como por ejemplo el no tener listos los motores o bombas eléctricas que son parte de los sistemas vitales para que un buque pueda salir a operar y cumplir con la misión principal que tiene la Armada que es el control y la seguridad de la Soberanía Nacional en nuestro mar territorial. Se manifiesta esto ya que no se podría medir directamente a cuanto asciende el costo intangible de no poder patrullar con las unidades que no tienen los sistemas completos para la operación y cumplir con las tareas dadas a esa unidad, teniendo en cuenta que no podríamos medir la cantidad de acciones ilegales que se podrían presentar mientras nuestras unidades no estén completamente operativas en todos los sistemas.



6.6. Evaluación de rentabilidad económica.

CIB -ESPOL

Esta es la base principal para la toma de la decisión de implementarlo o no, para lo cual se ha tratado de realizar indicadores de rentabilidad económica

que justifiquen el desarrollo del laboratorio de prueba y reparación de motores.

6.6.1. Criterios de evaluación.- Existen diferentes criterios usados para la toma de decisiones de inversión. Este criterio varía de acuerdo con el país y la economía que está atravesando.

6.6.2. Términos y relaciones básicas de interés.- Es necesario conocer cierta nomenclatura con su respectivo significado de tal manera de entender lo que se está hablando, por lo tanto enunciaremos los siguientes términos con su significado:

A = Retorno anual.

F = Suma de dinero en el futuro.

P = Principal inversión.

N = Número de años (vida útil).

I = Razón de interés.

6.6.2.1. Valor actual (Presente) Neto (VAN).- Calcular este valor, es envolver la suma algebraica de ingresos y gastos para cada año de vida de la inversión. Estos valores se multiplicaran por el factor del valor actual para asegurar el valor actual para cada año. Al realizar el cálculo del VAN mediante Excel se tiene el valor de el cual para ser un indicador de que el proyecto es realizable debe ser mayor que cero, notándose que cumple esta

condición por lo que se puede mencionar que el proyecto es viable, mostrado en el cuadro mas adelante.

6.6.2.2. Tasa interna de retorno (TIR).- Esta mide el poder de ganancia de la inversión, por lo general el TIR que se busca siempre debe ser mayor que el costo de oportunidad de capital, también mostrado en el siguiente cuadro.

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO SIN IMPUESTOS

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	1	2	3	4	5	6	7
INGRESOS	258832,8	315847,9	384143,8	465821,9	565875,2	682571,3	821543,9
COSTOS PRIMOS	203697	226952,4	252024,5	279035,60	309493,70	340855,70	374580,20
COSTOS DE OTROS INSUMOS	14328	15963,8	17727,32	19627,3	21769,70	23975,71	26347,90
COSTOS MANTENIMIENTO	5285,7	5549,9	5827,4	6118,8	6424,80	6746,10	7083,30
UTILIDAD OPERATIVA	35522,1	67381,8	108564,6	161040,2	228187,00	310993,79	413532,50
GASTOS DE DEPRECIACION	30876,1	30876,1	30876,1	30876,1	30876,1	29976,10	29976,10
UTILIDAD ANTES IMPUESTO	4646	36505,70	77688,47	130164,10	197310,90	281017,69	383556,40
TERRENO	50000						
INVERSION	-397728,8	4646	36505,7	77688,47	130164,1	197310,9	281017,69
					12%	VNA	\$ 454,13
NOTA:	En la inversión esta sumada el valor del terreno.					TIR	21%
					5%	VNA	\$ 2.281,25
				VNA	>	0	
				POR LO TANTO		EL PROYECTO ES ACEPTABLE	

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO CON IMPUESTOS

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
	1	2	3	4	5	6	7	
INGRESOS	258832,8	315847,9	384143,8	465821,9	565875,2	682571,3	821543,9	
COSTOS PRIMOS	203697	226952,4	252024,51	279035,60	309493,70	340855,70	374580,20	
COSTOS DE OTROS INSUMOS	14328	15963,8	17727,32	19627,3	21769,70	23975,71	26347,90	
COSTOS MANTENIMIENTO	5285,7	5549,9	5827,4	6118,8	6424,80	6746,10	7083,30	
UTILIDAD OPERATIVA	35522,1	67381,8	108564,57	161040,2	228187,00	310993,79	413532,50	
GASTOS DE DEPRECIACION	30876,1	30876,1	30876,1	30876,1	30876,1	29976,10	29976,10	
UTILIDAD ANTES IMPUESTO	4646	36505,70	77688,47	130164,10	197310,90	281017,69	383556,40	
IMPUESTO A LA RENTA	1161,5	9126,425	19422,118	32541,03	49327,725	70254,42	95889,1	
UTILIDAD NETA	3484,5	27379,28	58266,353	97623,08	147983,18	210763,3	287667,3	
INVERSION	-397728,8	3484,5	27379,28	58266,353	97623,08	147983,18	287667,3	
					12%	VNA	\$ 460,43	
NOTA:	En la inversión esta sumada el valor del terreno.					TIR	16%	
	Tasa de Margen de Beneficios sobre Ventas						0,013462	5,40%
	Tasa de Rendimiento sobre Activos Totales						0,076413	3,64%

CONCLUSIONES.

1.- Los talleres eléctricos que dispone la Armada del Ecuador no están en óptimas condiciones, para permitir el mantenimiento y reparación de los motores eléctricos que disponen las Unidades Navales, impidiendo satisfacer la demanda que presentan dichas unidades.

2.- El bajo volumen de solicitudes de trabajo referente a electricidad, que recibe ASTINAVE Y MAESTRANZA por parte de la DIMARE, permite visualizar la falta de confianza y garantía en estos talleres eléctricos con respecto a tiempo de entrega de los trabajos.

3.- El contar con un moderno laboratorio de prueba de motores eléctricos, con tecnología de vanguardia, que cubra las expectativas y necesidades de los usuarios, permitirá brindar productos con excelencia y garantía, teniendo siempre como primer objetivo cubrir las expectativas del cliente.

4.- El mantenimiento o reparación de los motores se realizaran de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos, que son apegados estrictamente a las normas vigentes establecidas por organizaciones técnicas, garantizando cada uno de los trabajos realizados.

5.- El presente trabajo en el capítulo seis muestra los resultados de un análisis obtenido de factibilidad económica, aplicando los conceptos del VAN con un valor de 460,43 dólares que es mayor que cero y el TIR con una tasa del 16%, concluyendo que es económicamente viable el proyecto de implementación del laboratorio.

6.- El análisis de factibilidad económica, con la demanda del mercado estimado y aplicando los conceptos económicos, muestra que el capital de inversión se recupera en siete años.

7.- Este trabajo contribuirá a la Armada en la disminución del porcentaje de falla en un motor eléctrico en sus unidades, ayudando de esta manera al cumplimiento de sus objetivos, que son brindar seguridad y custodiar nuestra soberanía.

RECOMENDACIONES.

1.- Es necesario contar con un laboratorio moderno, que permita cumplir con todas las tareas de mantenimiento y reparación de maquinaria eléctrica, con el fin de cubrir la demanda que presenten las unidades navales.

2.- Se recomienda que, la implementación del laboratorio así como su operación, deben ser respaldadas y dirigidas por personal calificado en el área, y no improvisar con personal no titulado.

3.- Es necesario dotar a la Fuerza Naval de un laboratorio que cubra las necesidades de los clientes, en este caso las unidades operativas, a fin de ganar confianza y garantía en todos los trabajos realizados.

4.- Se debe sugerir al Mando Naval la implementación del laboratorio propuesto en este trabajo, para el mantenimiento y reparación de maquinaria eléctrica, a fin de contribuir a la operación eficiente de los diferentes sistemas en el que intervenga algún equipo eléctrico de las Unidades Navales Operativas.

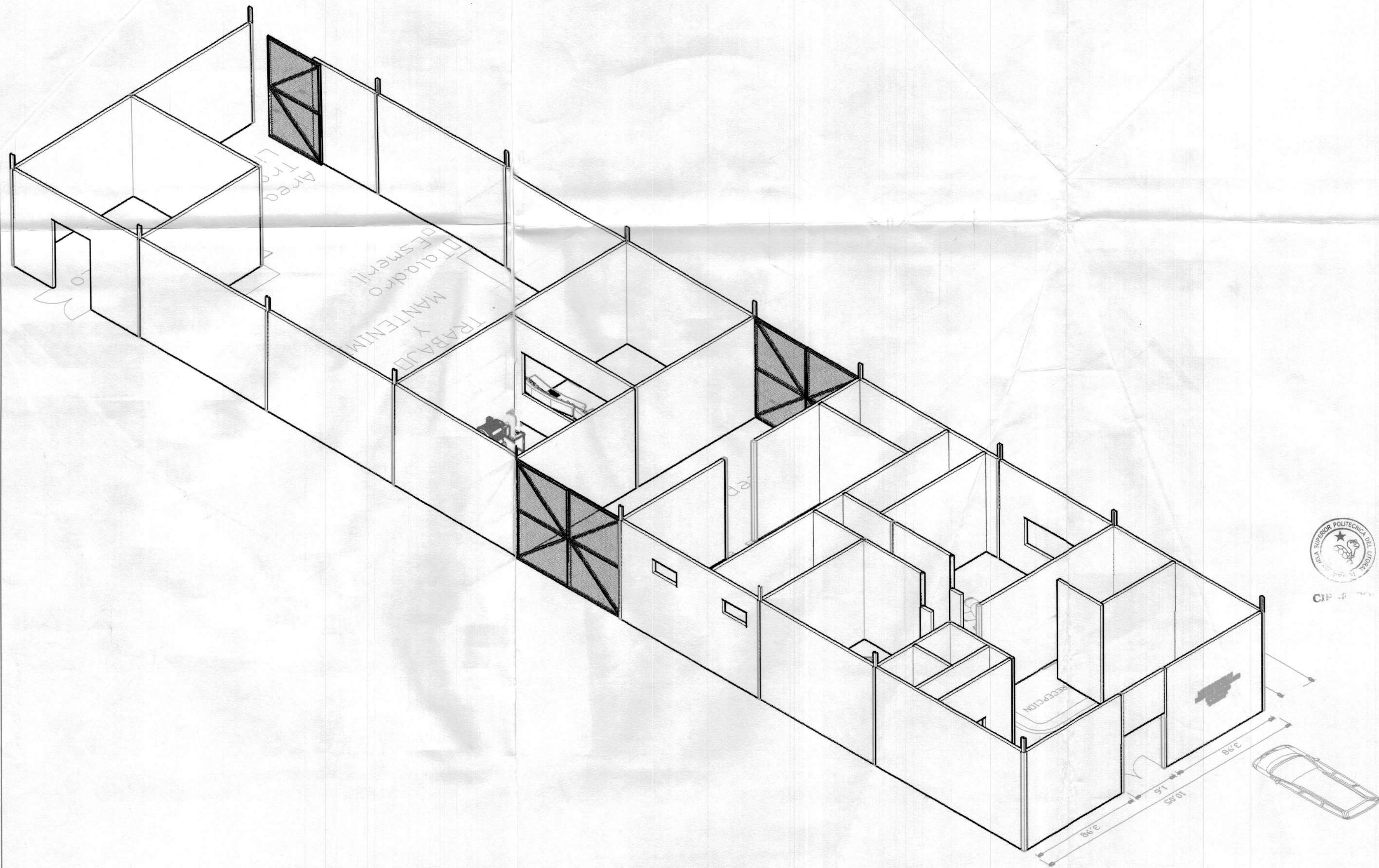
ANEXOS



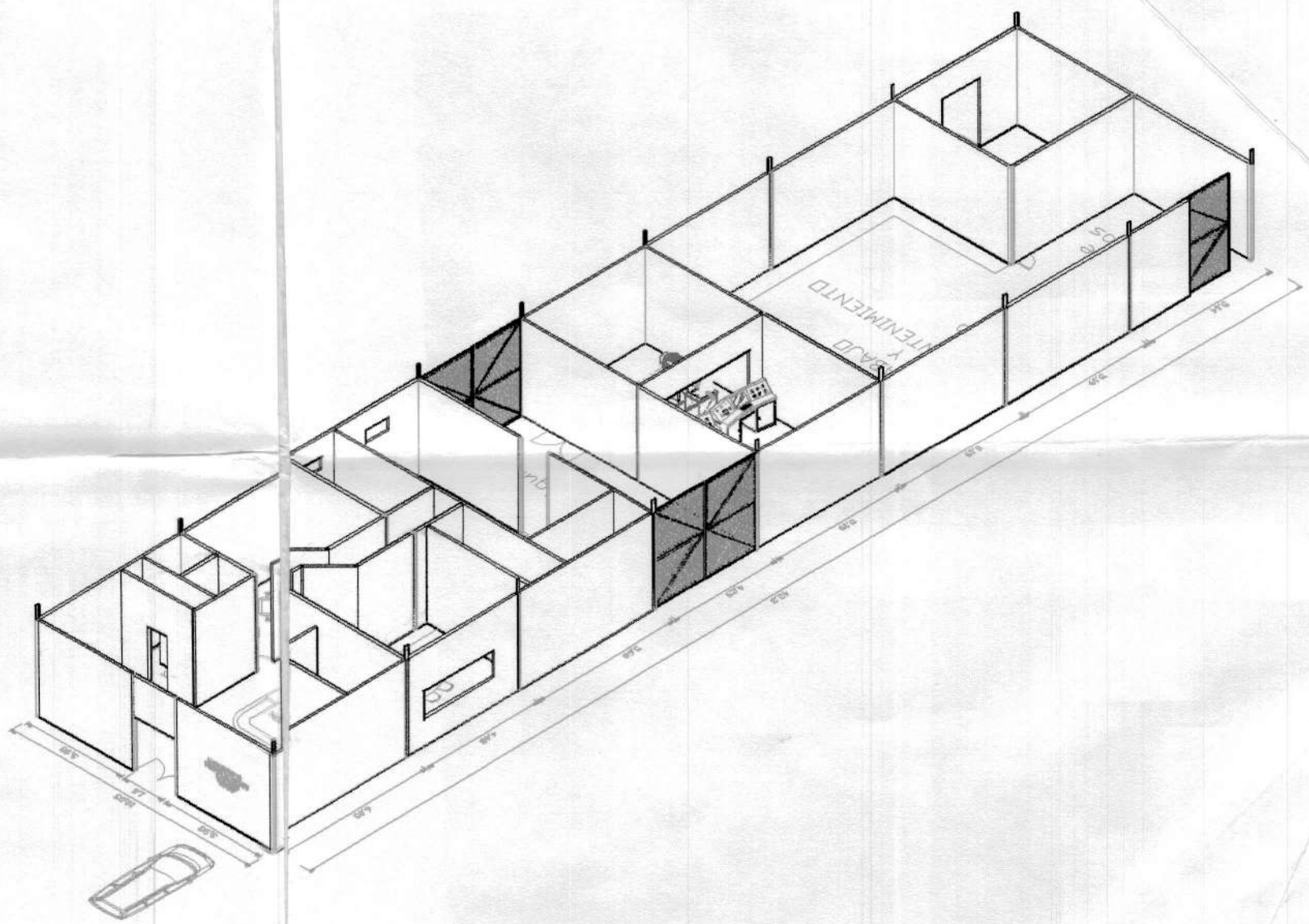
CIB -ESPOL

ANEXO A

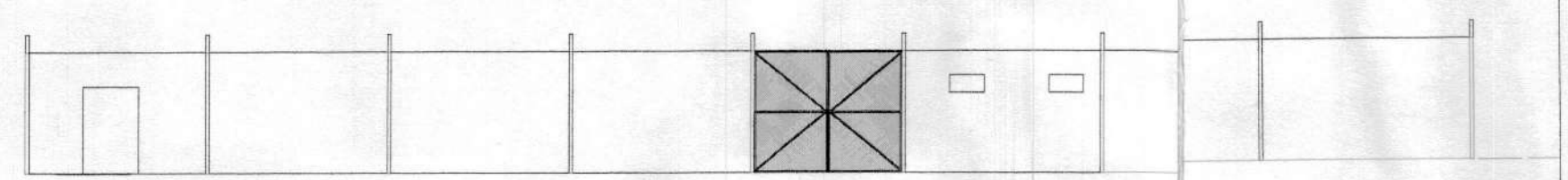
PLANOS
DESCRIPTIVOS.



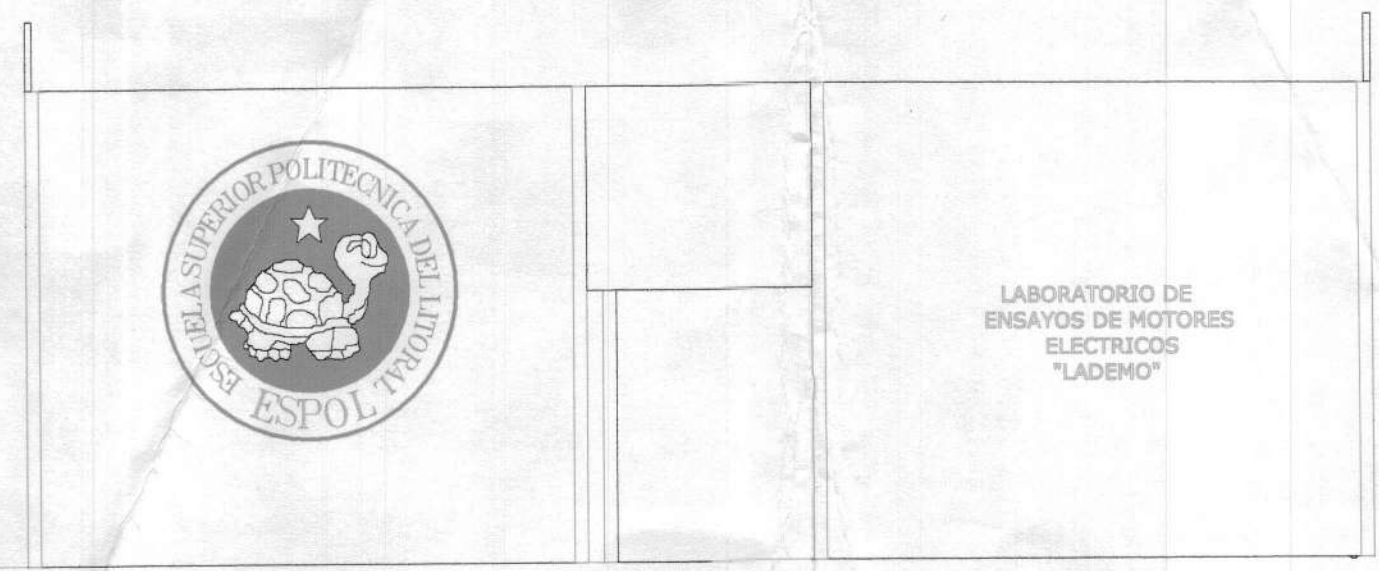
PROYECTO		ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
CONTENIDO	ASISTENTE	LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA	
	ISOMETRICO LABORATORIO	DISEÑO ELECTRICO	LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA
ANEXO	ESCALA	INDICADA	
OBSERVACIONES	FECHA		
APROBACIONES	DISTINGUIDO	LÁMINA	
			AR-1



VISTA ISOMETRICA



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

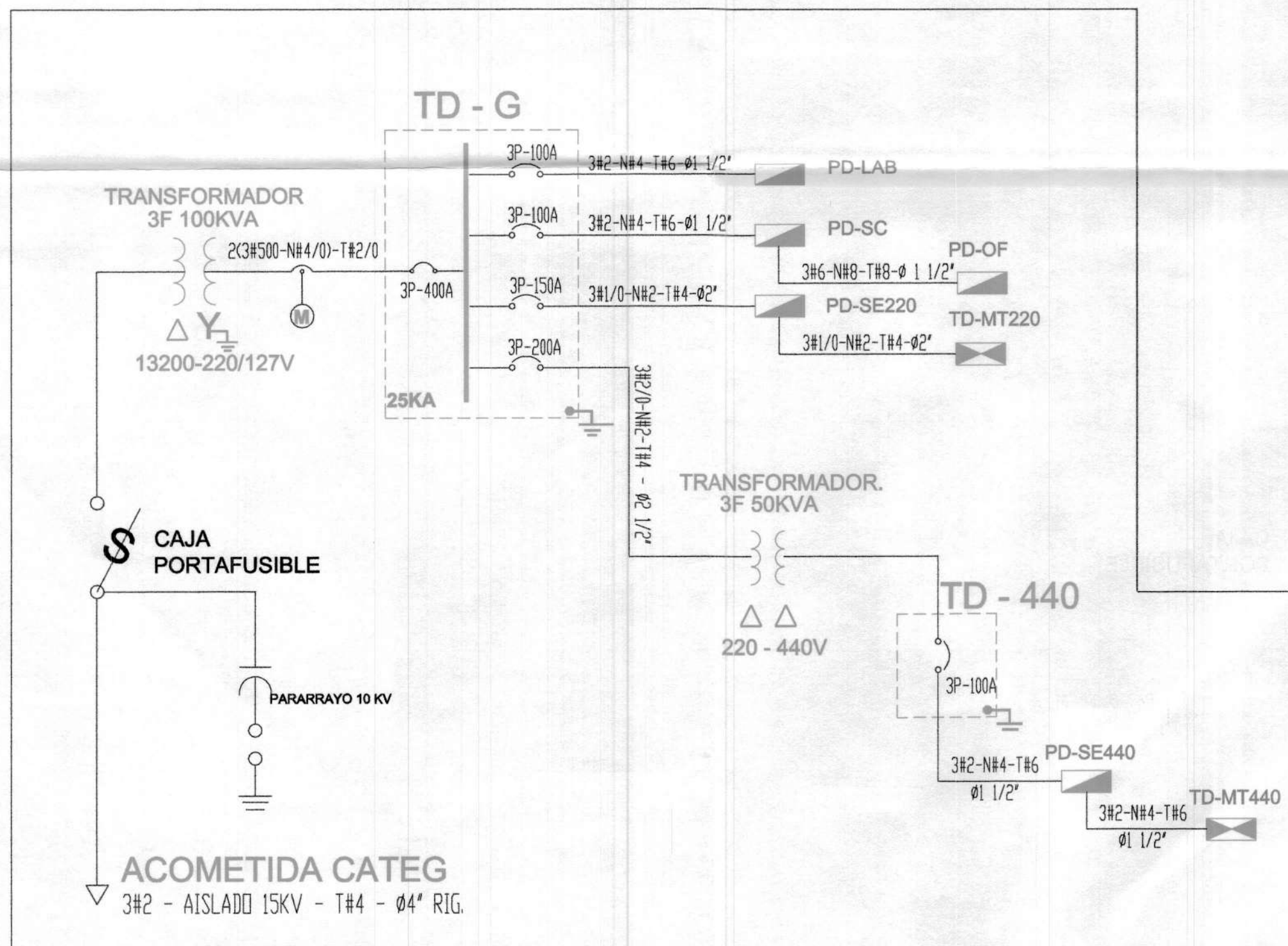


PROYECTO
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

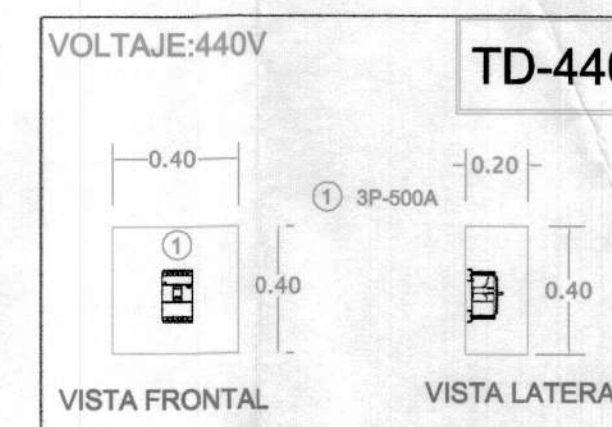
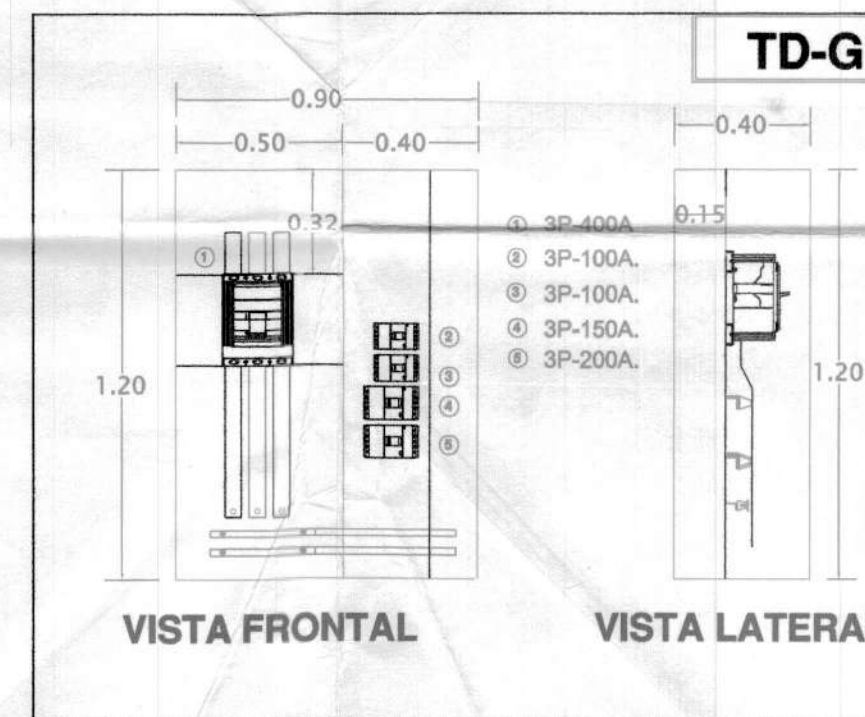
CONTENIDO	RESPONSABLE	LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA
	DISEÑO ELECTRICO	LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA

ARCHIVO	DETALLE	LABORATORIO
DISEÑO ELECTRICO DWG	INDICADA	
COORDINADOR	FECHA	
APROBACIONES	DIGITALIZADO	LABOR

DIAGRAMA UNIFILAR ELECTRICO



TABLEROS ELECTRICOS



SIMBOLOGIA:

TABLERO DE DISTRIBUCION	[Symbol]
PANEL DE DISTRIBUCION	[Symbol]
PUNTO DE ALUMBRADO OJO DE BUEY 2x13 W.	[Symbol]
LUMINARIA FLUORESCENTE 2x32 SELLADA	[Symbol]
PUNTO DE ALUMBRADO 400 W. PRESION SOCIO 200V. TIPO COBIA	[Symbol]
LUMINARIA METAL HALIDE 400W. 200V. TIPO CAMPANA	[Symbol]
PUNTO DE TELEFONO	[Symbol]
TOMACORRIENTE 110V.	[Symbol]
TOMACORRIENTE 220V.	[Symbol]
TOMACORRIENTE TRIFASICO	[Symbol]
VARILLA DE COBRE 5/8" x 6"	[Symbol]
CABLE CU DESNUDO 40 AWG	[Symbol]

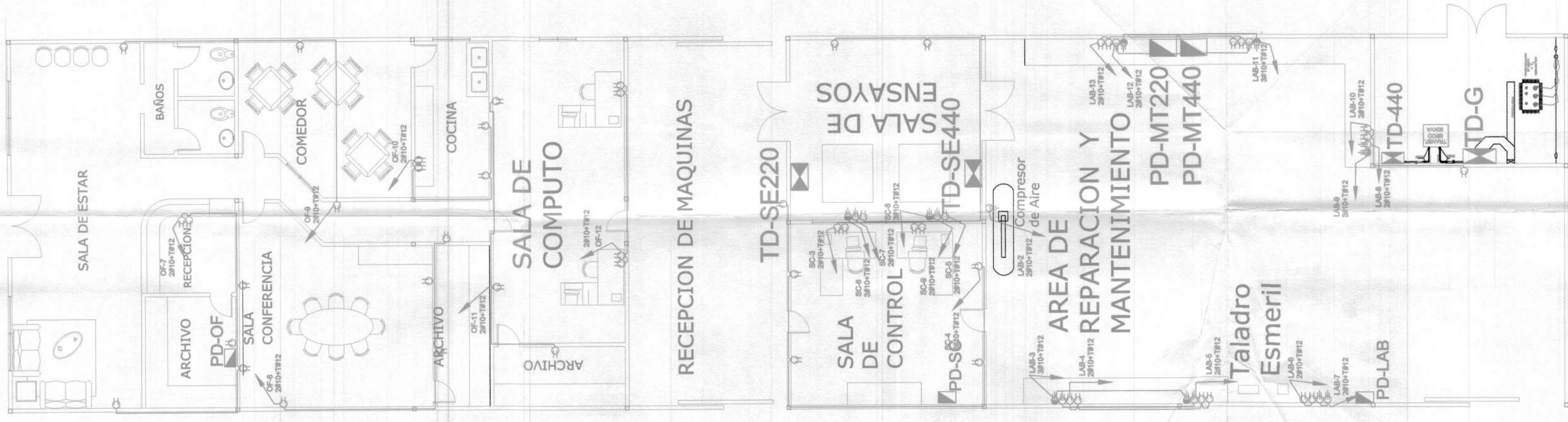


PROYECTO:
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

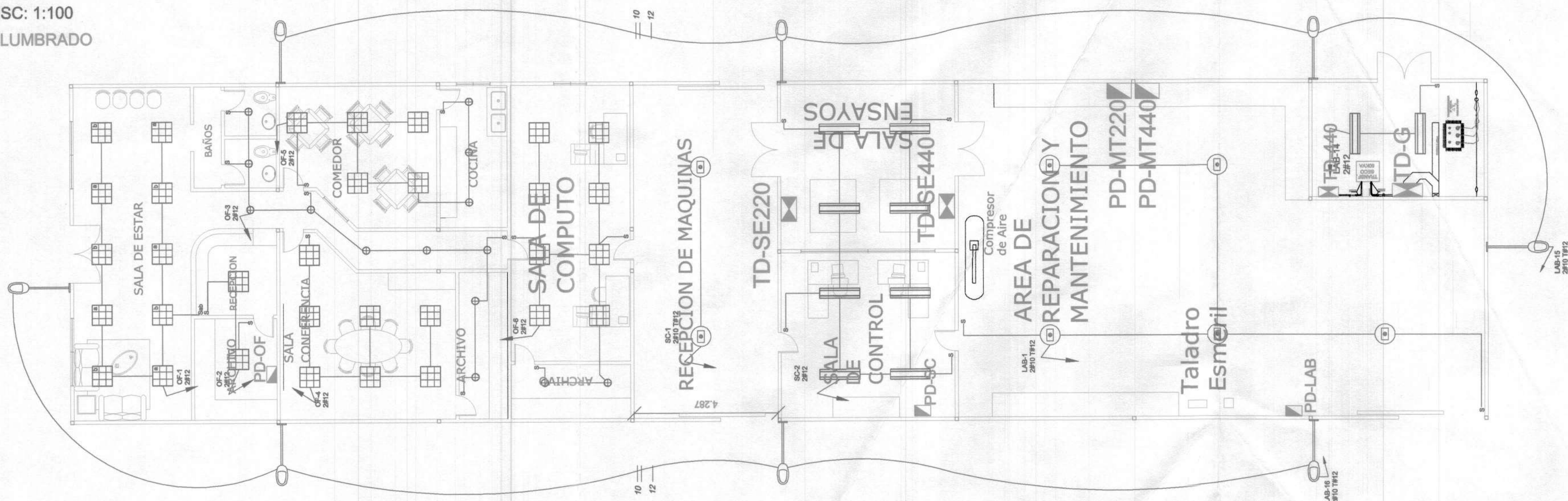


CONTRATO	ASISTENTE	LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA
DIAGRAMA UNIFILAR DETALLE DE TABLEROS	DISENO ELECTRICO	LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA
REVISOR	ESCALA	
DISENO ELECTRICO.DWG	INDICIA	
COORDINADOR	FECHA	
APROBACION	ENTRENADO	LUNA
		EL-1

ESC: 1:100
TOMACORRIENTE



ESC: 1:100
ALUMBRADO



SIMBOLOGIA:

TABLERO DE DISTRIBUCION	[Symbol]
PANEL DE DISTRIBUCION	[Symbol]
PUNTO DE ALUMBRADO OJO DE BUEY 2x13 W.	[Symbol]
LUMINARIA FLUORESCENTE 2x32 SELLADA	[Symbol]
PUNTO DE ALUMBRADO 400 W. PRESION SOCIO 206V. TIPO COBRA	[Symbol]
LUMINARIA METAL HALIDE 400W. 208V. TIPO CAMPANA	[Symbol]
PUNTO DE TELEFONO	[Symbol]
TOMACORRIENTE 110V.	[Symbol]
TOMACORRIENTE 220V.	[Symbol]
TOMACORRIENTE TRIFASICO	[Symbol]
VARILLA DE COBRE 5/8" x 6'	[Symbol]
CABLE CU DESNUDO 4/0 AWG	[Symbol]

TIPO COBRA

UBICACION



PROYECTO:
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

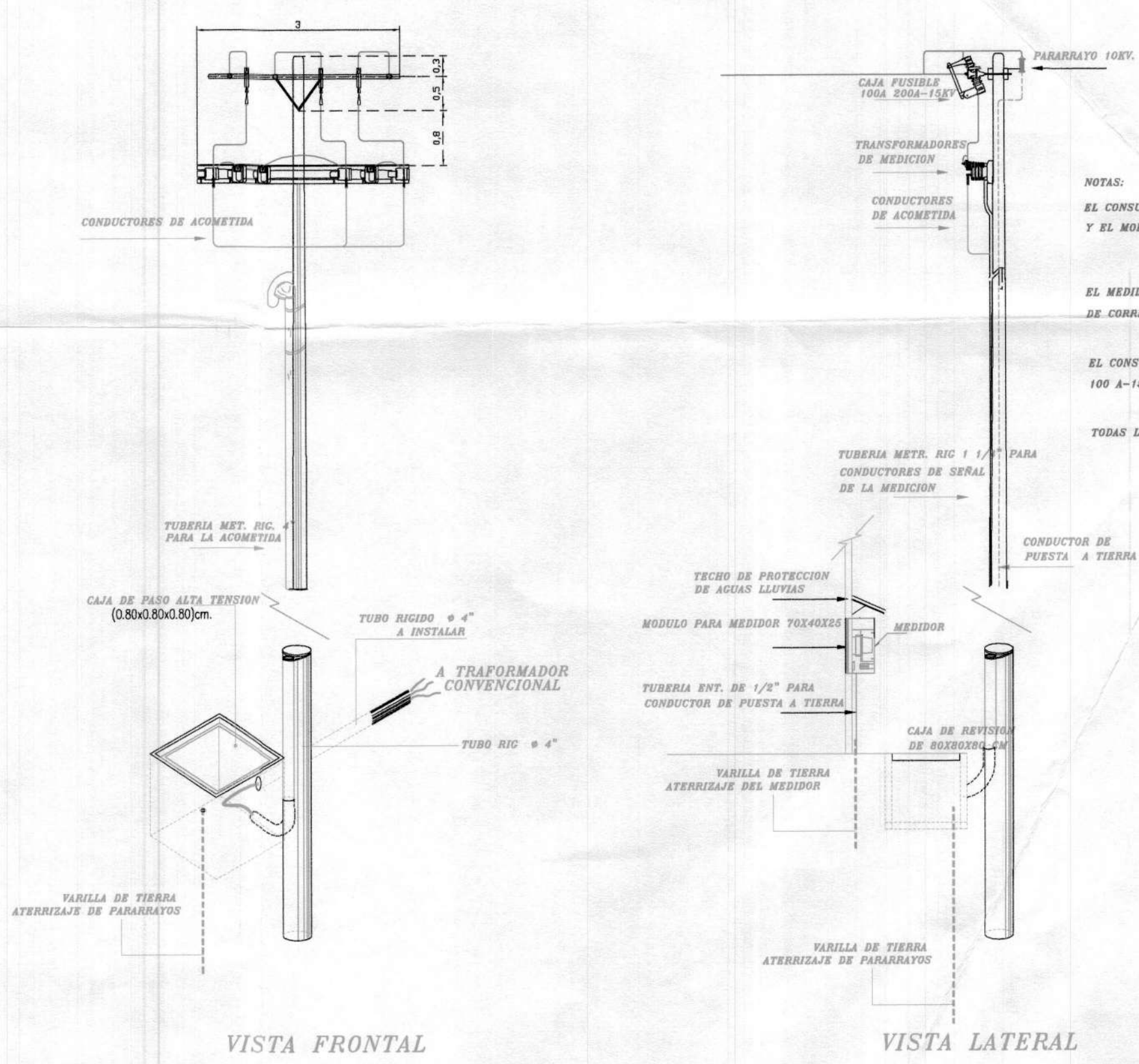
CONTENIDO: CIRCUITOS ALUMBRADO TOMACORRIENTE	RESP. TECNICA: LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA
	DISEÑO ELECTRICO: LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA

ANEXO	SECCIA	INDICADA
MODIFICACIONES	FECHA	
APROBACIONES	ENTREJADO	LAFAL

EL-2

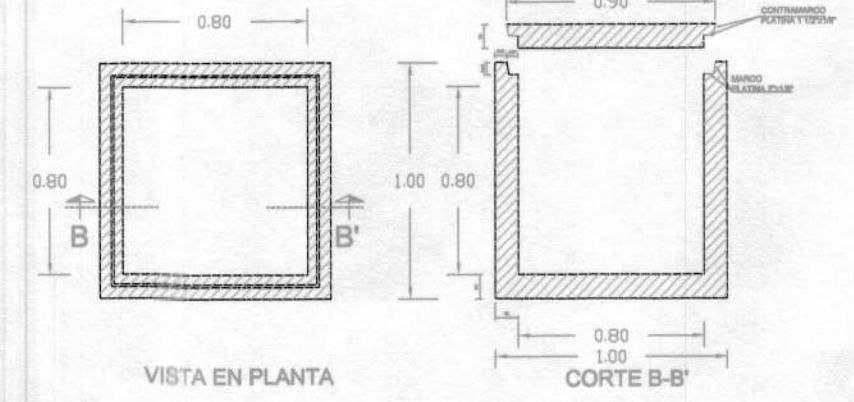


DETALLE DE ACOMETIDA

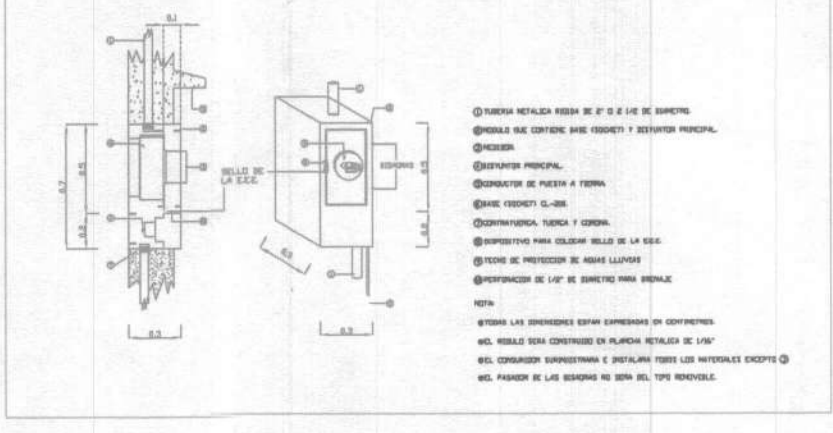


NOTAS:
 EL CONSUMIDOR SUMINISTRARA E INSTALARA LA TUBERIA DE ACOMETIDA Y EL MODULO DE MEDICION CON LA TUBERIA DE CONTROL DE 1 1/4"
 EL MEDIDOR, LOS CONDUCTORES DE SEÑAL, EL SWITCH DE PRUEBA, LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y DE POTENCIAL SERAN SUMINISTRADOS E INSTALADOS POR LA E.E.E. INC.
 EL CONSUMIDOR SUMINISTRARA COMO PROTECCION DE SOBRECORRIENTE TRES CAJAS FUSIBLE 100 A-15KV Y COMO PROTECCION DE SOBRETENSION TRES PARARRAYOS DE 10KV.
 TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EXPRESADAS EN CENTIMETROS Y PULGADAS.

DETALLE DE CAJAS DE MAMPOSTERIAS 80x80x80cm



DETALLE DE MEDIDOR



SIMBOLOGIA:

TABLERO DE DISTRIBUCION	☒
PANEL DE DISTRIBUCION	☐
PUNTO DE ALUMBRADO OJO DE BUEY 2x13 W.	☉
LUMINARIA FLUORESCENTE 2x32 SELLADA	☽
PUNTO DE ALUMBRADO 400 W. PRESION SODIO 208V. TIPO CAMPANA	☼
LUMINARIA METAL HALIDE 400W. 208V. TIPO CAMPANA	☽
PUNTO DE TELEFONO	☎
TOMACORRIENTE 110V.	⊕
TOMACORRIENTE 220V.	⊖
TOMACORRIENTE TRIFASICO	⊕⊖
VARILLA DE COBRE 5/8" x 6'	⊕
CABLE CU DESNUDO 4/0 AWG	—

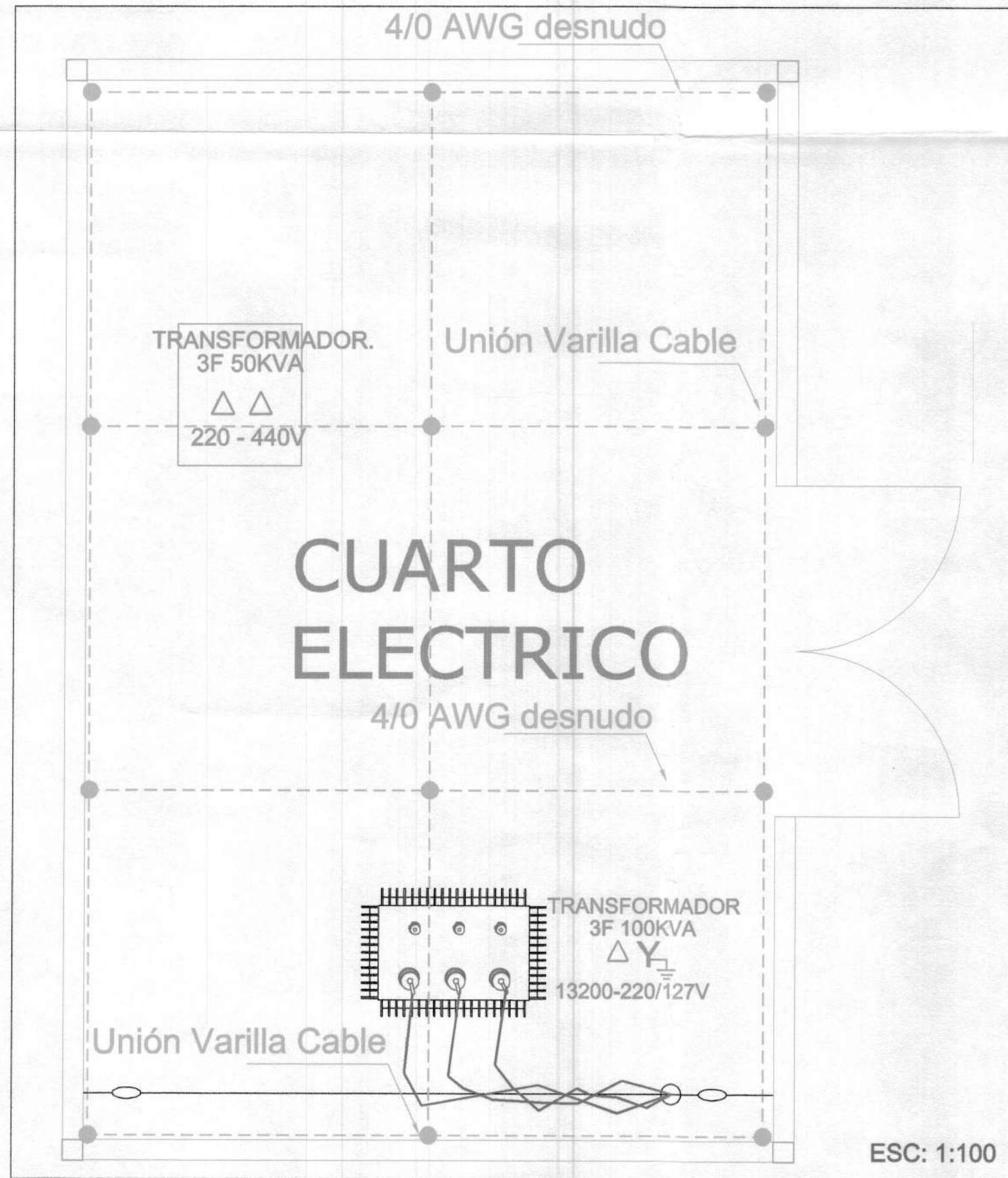


PROYECTO:
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

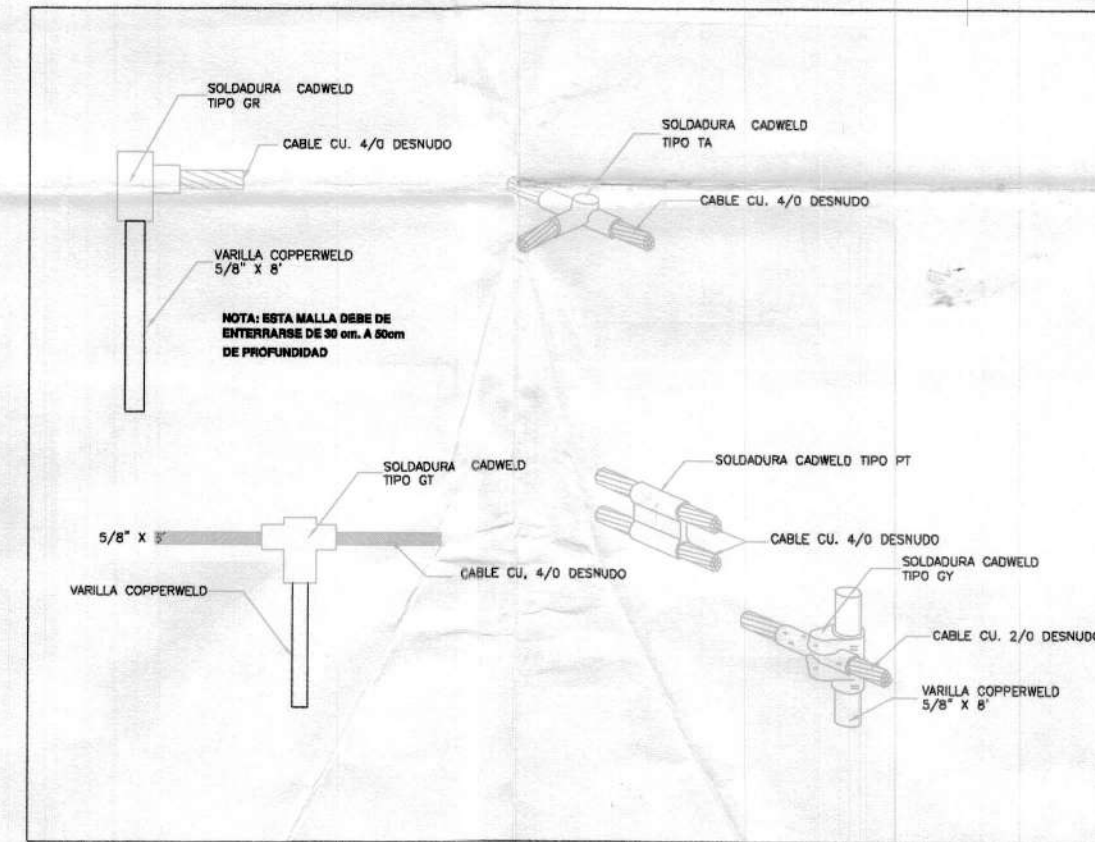
CONTENIDO	RECORRIDO SUBTERRANEO	DESIGNADO POR	LUIS VILLALVA FRANCO
	DETALLE DE ACOMETIDA MEDIDOR Y CAJAS	DESIGNADO POR	IVAN GARRIDO ECHEVERRIA
ARCHIVO	DISEÑO ELECTRICO DWG	ESCALA	INDICADA
OBSERVACIONES	FECHA:	FECHA:	
APROBACIONES	DISTINGUIDO	LUMEN	EL-3



MALLA PUESTA A TIERRA



SOLDADURA CADWELD



SOLDADURA CADWELD TIPO GT TOMA REAL



CIB-ESPOL

SIMBOLOGIA:

TABLERO DE DISTRIBUCION	□
PANEL DE DISTRIBUCION	▢
PUNTO DE ALUMBRADO OJO DE BUEY 2x13 W.	⊙
LUMINARIA FLUORESCENTE 2x32 SELADA	⊞
PUNTO DE ALUMBRADO 400 W. PRESION SODIO 208V.	⊕
LUMINARIA METAL HALIDE 400W. 208V. TIPO CAMPANA	⊗
PUNTO DE TELEFONO	⊠
TOMACORRIENTE 110V.	⊖
TOMACORRIENTE 220V.	⊗
TOMACORRIENTE TRIFASICO	⊞
VARILLA DE COBRE 5/8" x 8"	⊙
CABLE CU DESNUDO 4/0 AWG	—



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO	ESPOL
CONTENIDO	<p>MALLA PUESTA A TIERRA DETALLES DE SOLDADURA CADWELD</p>
RESPONSABLE	<p>LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA</p>
DISEÑO ELECTRICO	<p>LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA</p>
REVISOR	
ARCHIVO	<p>DISEÑO ELECTRICO.DWG</p>
ESCALA	INDICADA
OBSERVACIONES	FECHA
APROBACIONES	<p>FECHA: _____</p>
<p>EL-4</p>	

DIAGRAMA DE CONTROL

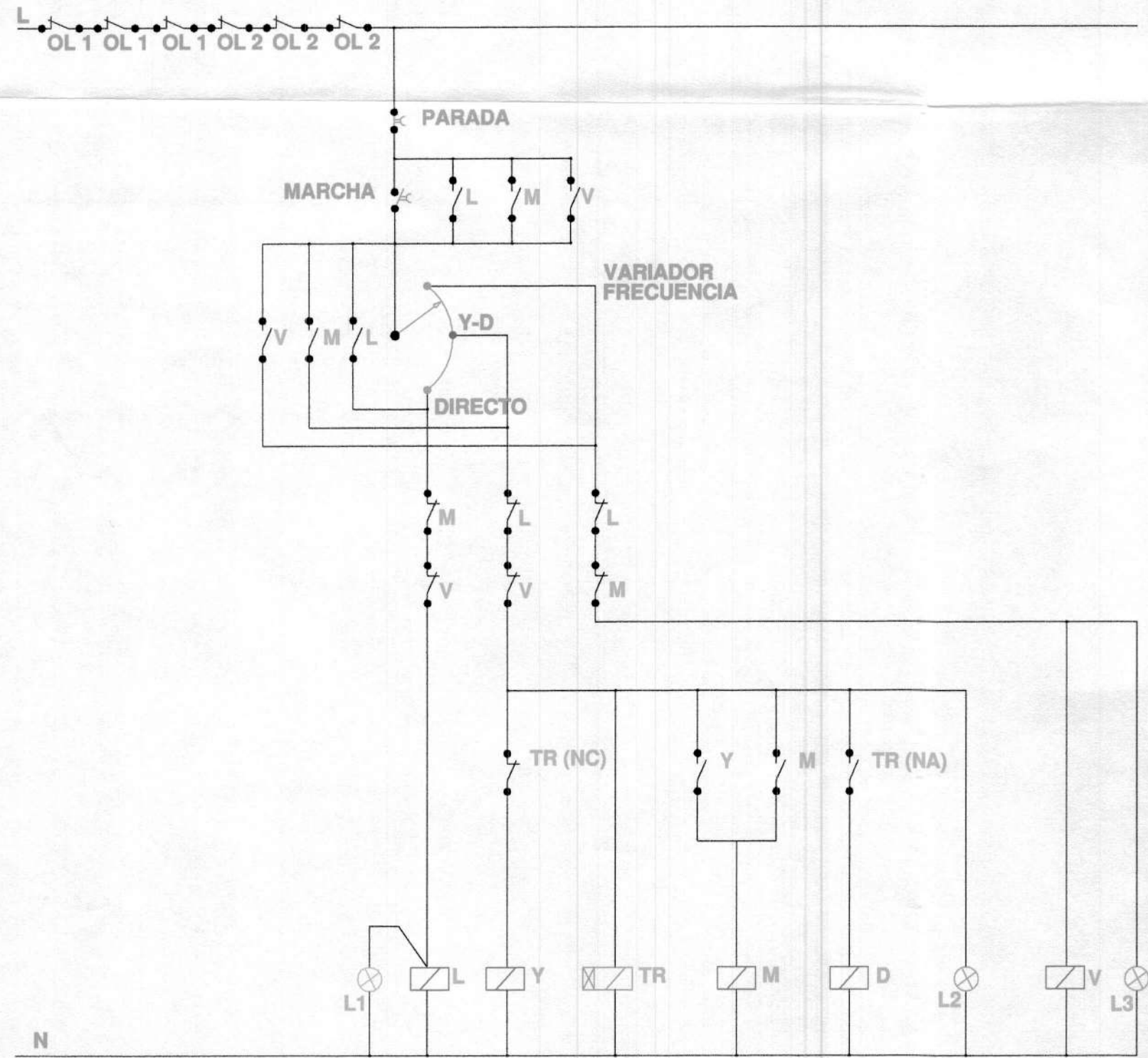
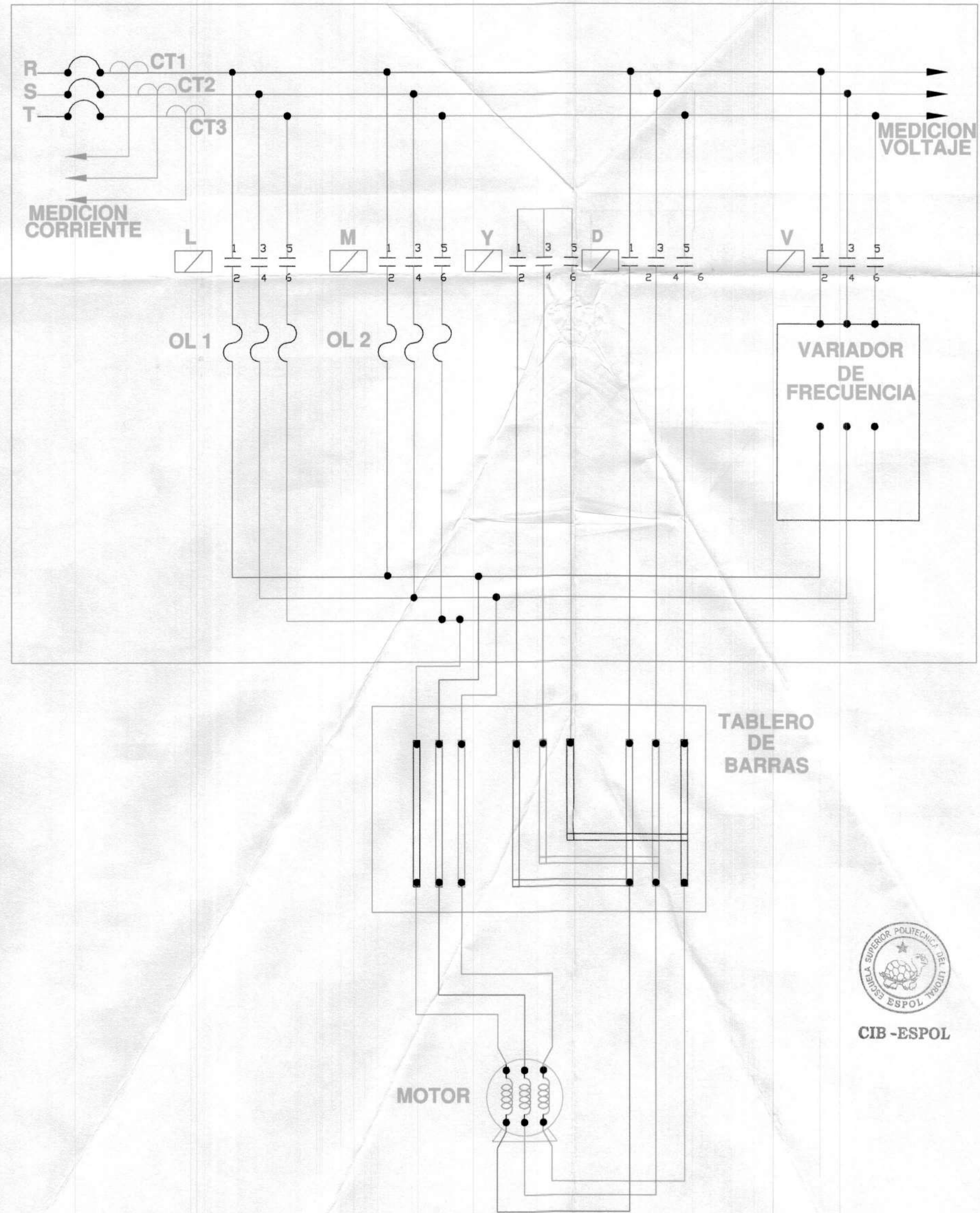


DIAGRAMA DE POTENCIA



SIMBOLOGIA:	
CONTACTOR	
TEMPORIZADOR	
LAMPARA INDICATIVA	
PULSADOR DE MARCHA	
PULSADOR DE PARO	
SELECTOR	

PROYECTO:
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CONTENIDO:
 DIAGRAMA CONTROL Y POTENCIA DE LA CONSOLA DE ENSAYOS

ELABORADO POR:
 LUIS VILLALVA FRANCO
 IVAN GARRIDO ECHEVERRIA

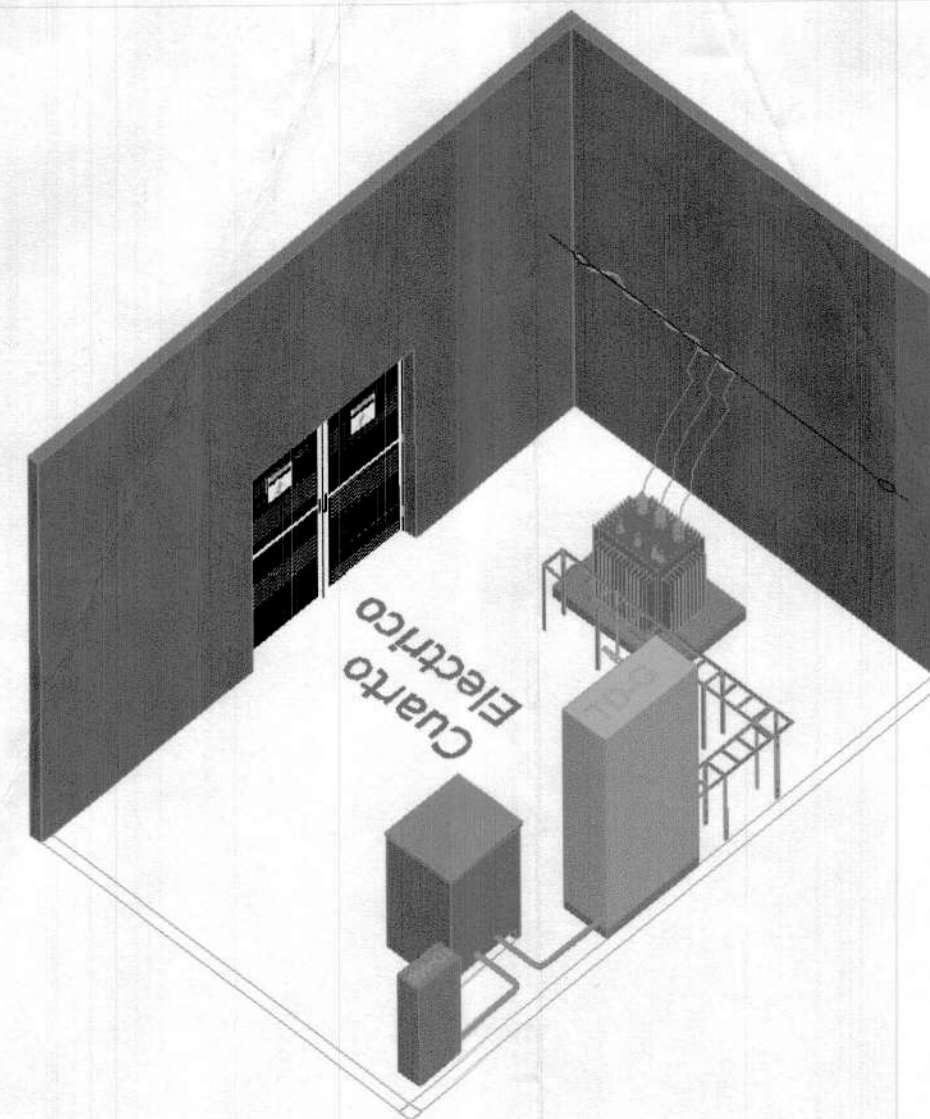
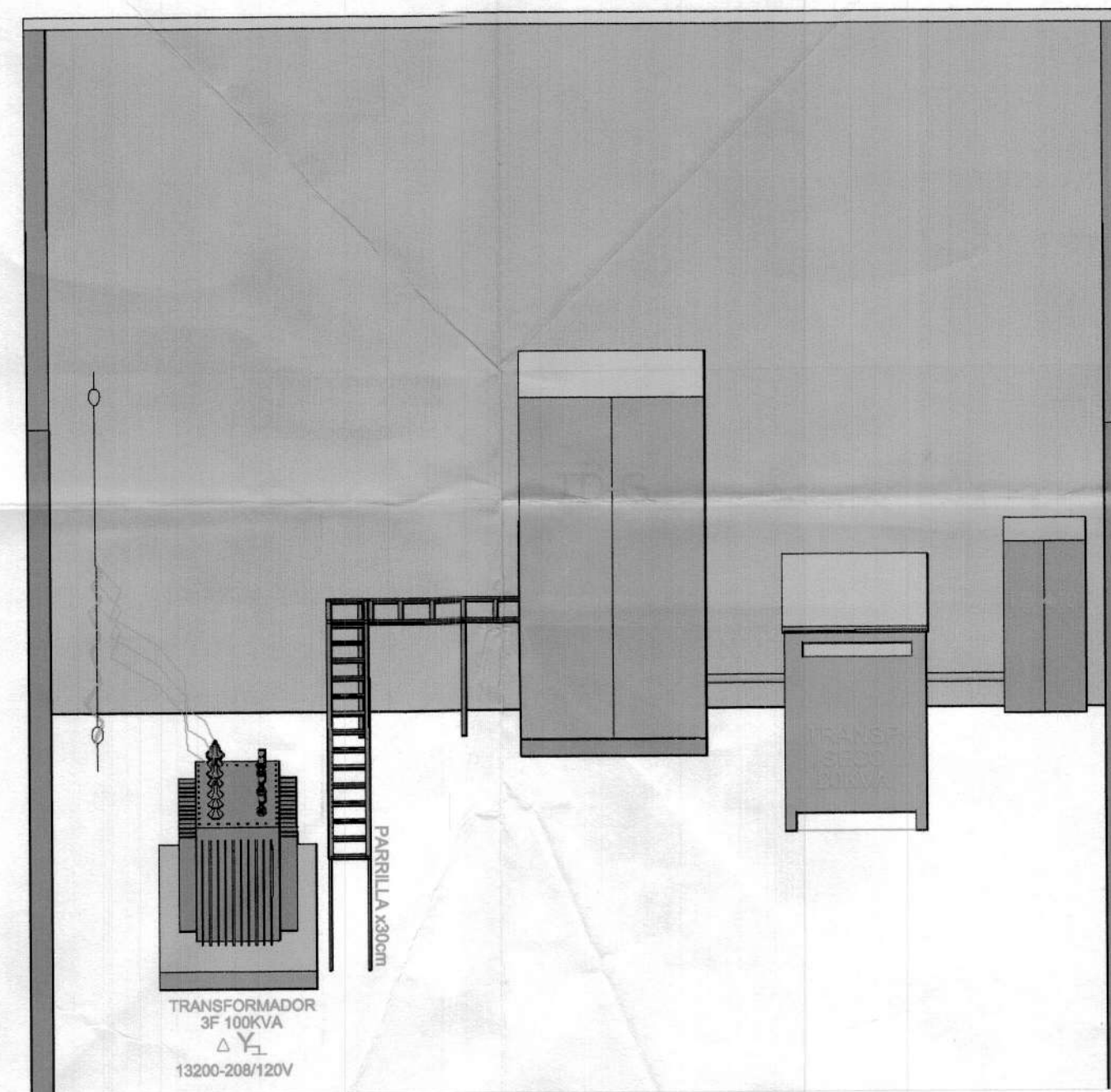
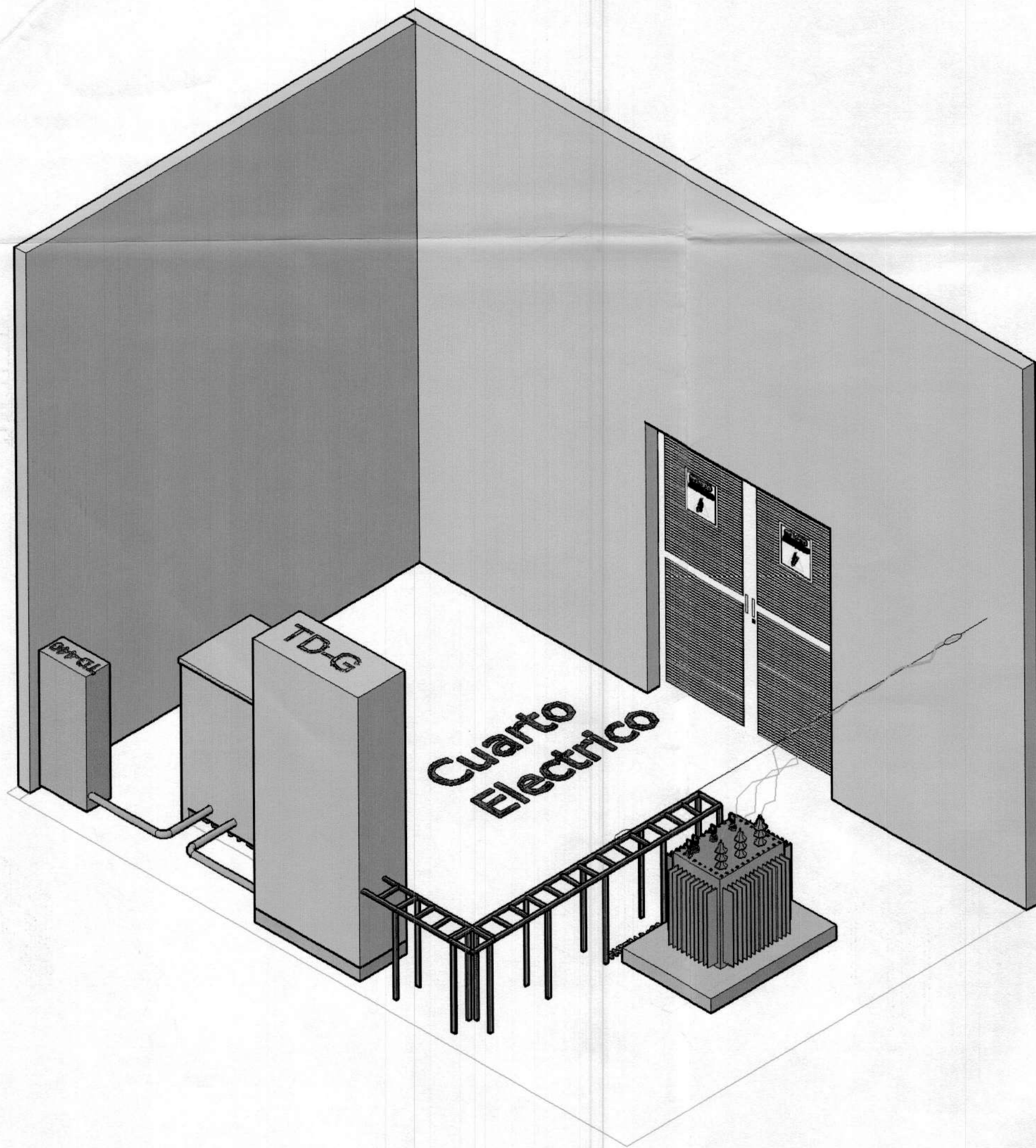
ESCALA:
 INDICADA

FECHA:
 []

AFILIACIONES:
 []

LINIA:
EL-5





SIMBOLOGIA:

TABLERO DE DISTRIBUCION	[Symbol]
PANEL DE DISTRIBUCION	[Symbol]
PUNTO DE ALUMBRADO OJO DE BUEY 2x13 W.	[Symbol]
LUMINARIA FLUORESCENTE 2x32 SELLADA	[Symbol]
PUNTO DE ALUMBRADO 400 W. PRESION SODIO 208V.	[Symbol]
LUMINARIA METAL HALIDE 400W. 208V. TIPO CAMPANA TIPO COBRA	[Symbol]
PUNTO DE TELEFONO	[Symbol]
TOMACORRIENTE 110V.	[Symbol]
TOMACORRIENTE SOBRE MESON 110V.	[Symbol]
TOMACORRIENTE 220V.	[Symbol]
TOMACORRIENTE TRIFASICO	[Symbol]
VARILLA DE BRONCE	[Symbol]
CABLE CU DESNUDO 2/0 AWG	[Symbol]

ESCUOLA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

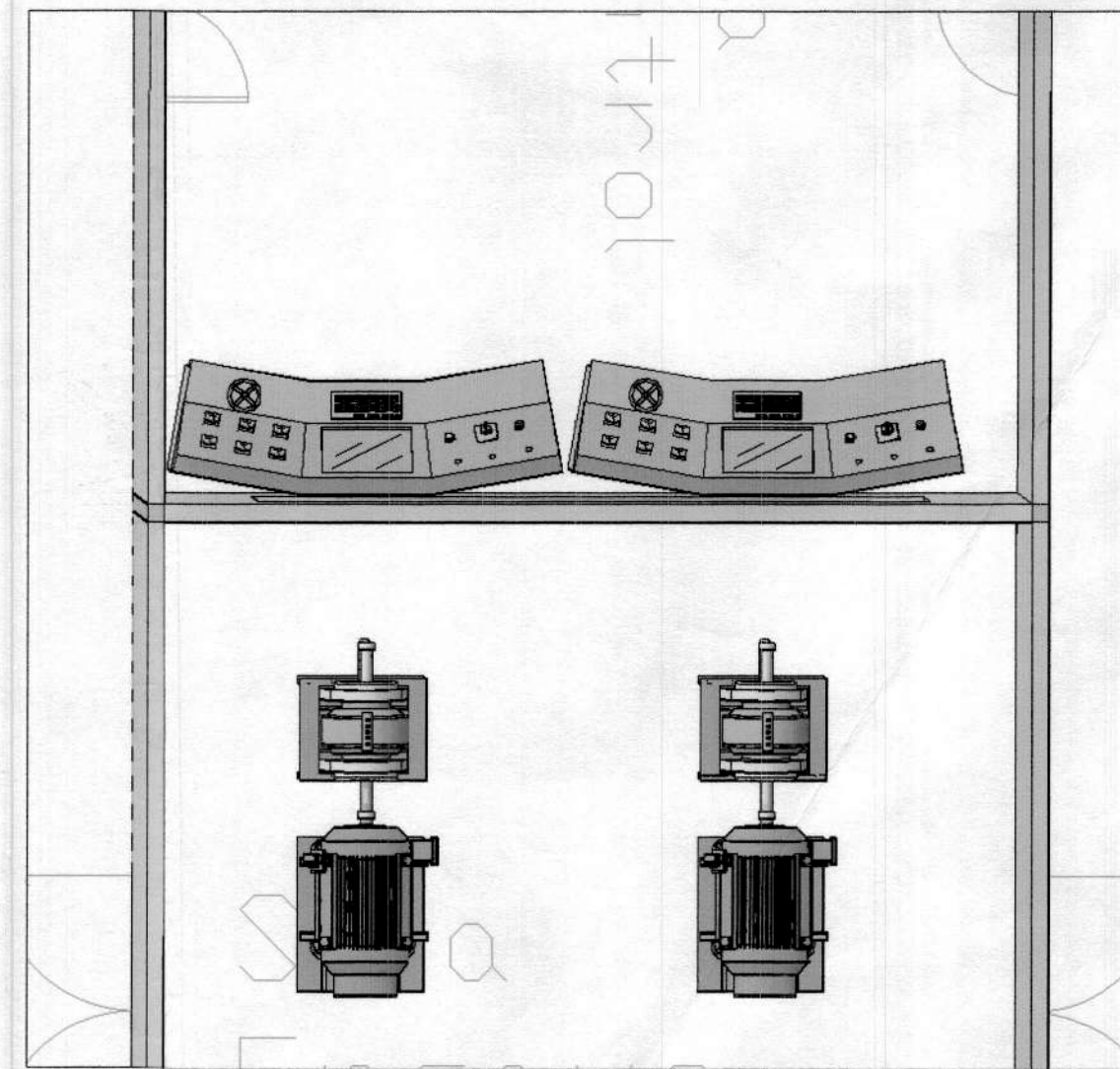
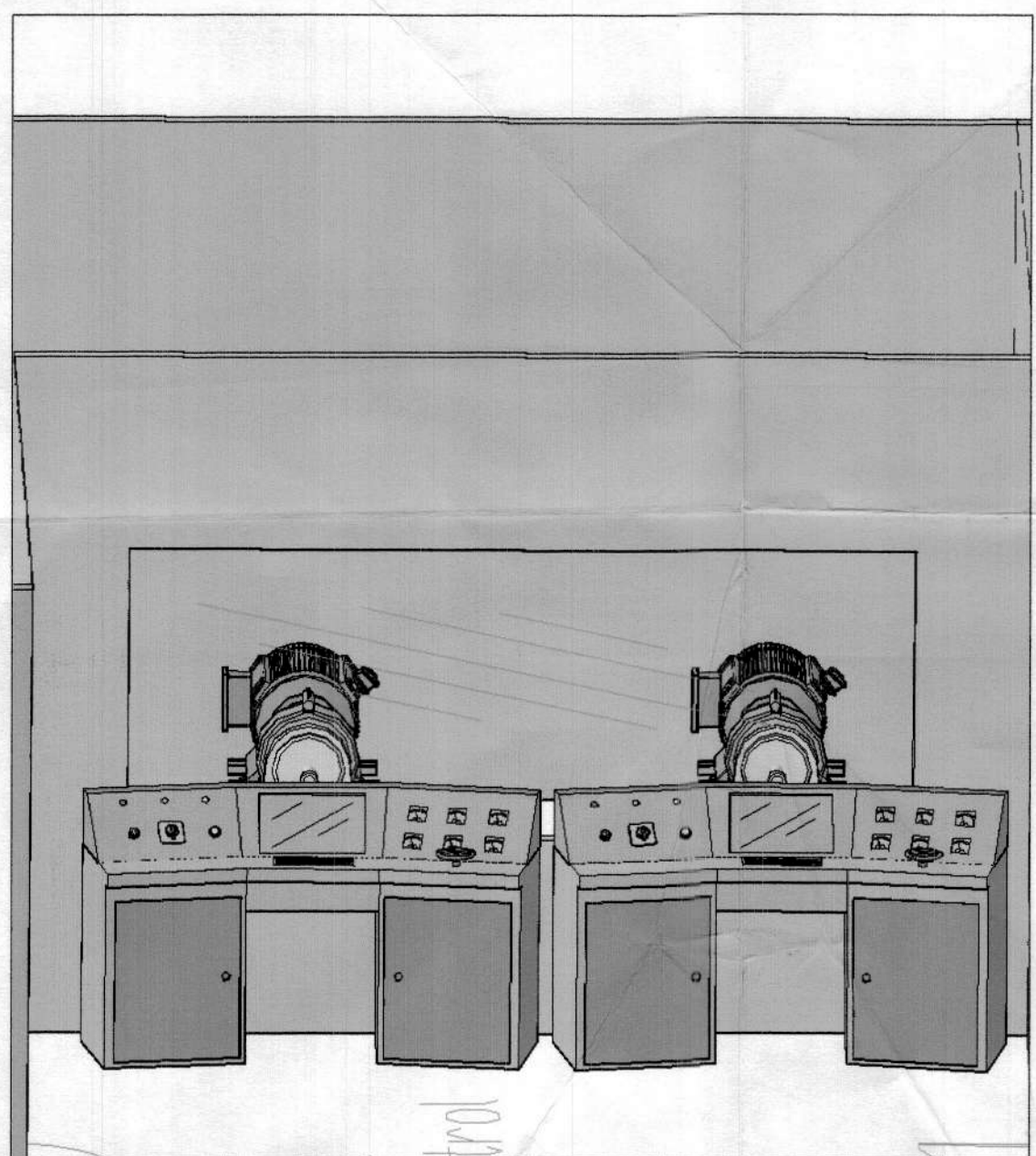
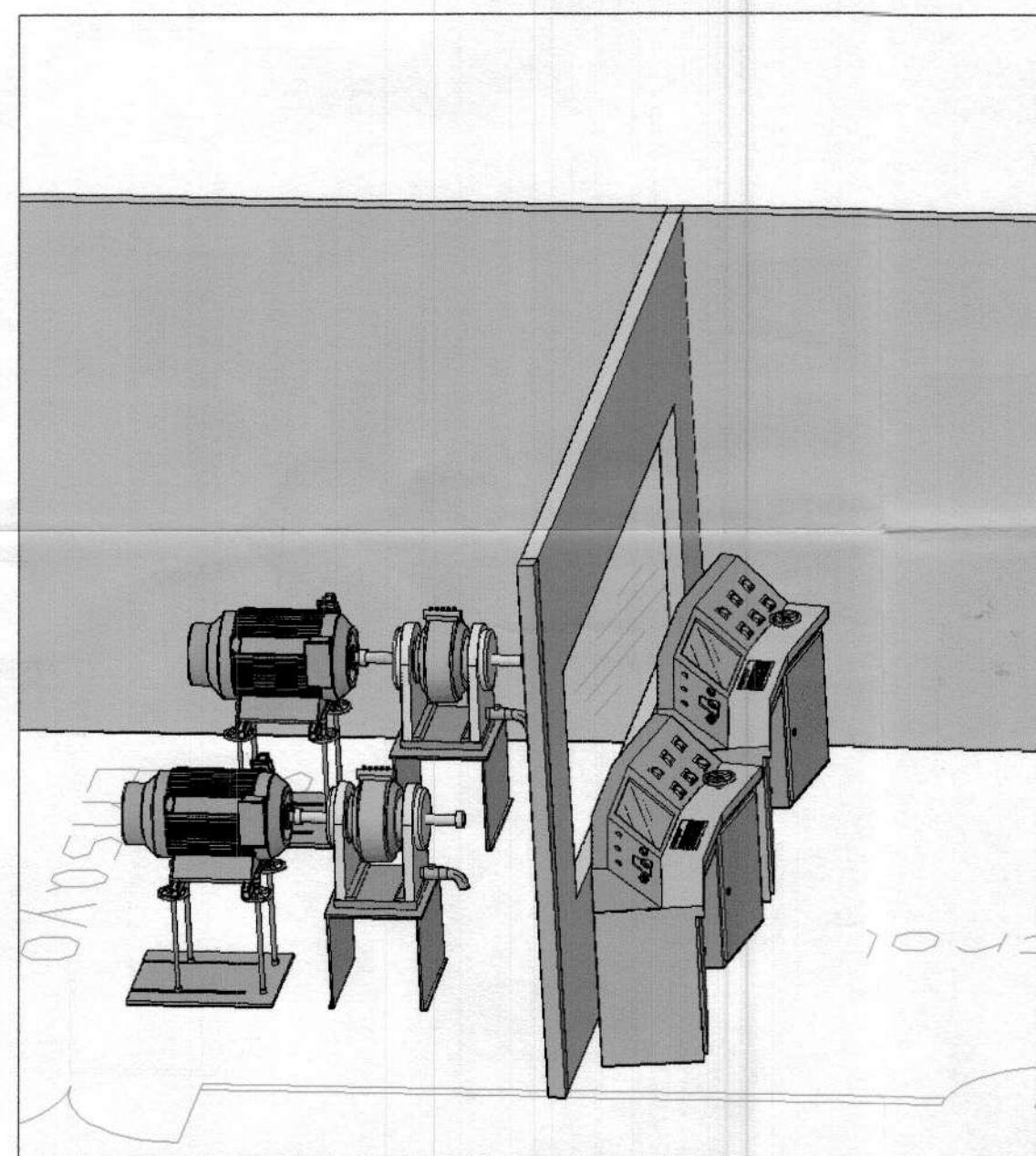
CONTENIDO	RESP. TECNICA	LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA
	DISENO ELECTRICO	LUIS VILLALVA FRANCO IVAN GARRIDO ECHEVERRIA

ARCHIVO	ESCALA	INDICADA
DISENO ELECTRICO DWG	INDICADA	
ORIGENACION	FECHA	
APROBACIONES	DETALLADO	LIBRO

EL-6



CIB - ESPOL



PROYECTO
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CONTENIDO
 VISTAS 3D
 SALA DE CONTROL

RESPONSABLE
 LUIS VILLALVA FRANCO
 IVAN GARRIDO ECHEVERRIA

DISEÑO ELECTRICO
 LUIS VILLALVA FRANCO
 IVAN GARRIDO ECHEVERRIA

DESCRIPCION
 DISEÑO ELECTRICO DWG

ESCALA
 INDICADA

FECHA
 APROBACIONES

DISTINGUIDO
 LAMINA
SC-1

ANEXO B

“EQUIPOS DE
PROTECCION Y
PRIMEROS
AUXILIOS”.¹⁰



CIB -ESPOL

¹⁰ TOMADO DEL MANUAL PARA COMBATIR INCENDIOS Y AVERIAS EN LAS UNIDADES DE LA ESCUADRA NAVAL

Equipos de protección individual (EPI's).



Figura B-1. Tenida básica para el combate de incendios.

Tenida básica para el combate de incendio.- Esta tenuta consiste en la tenuta de trabajo de algodón (overall), con tratamiento retardante al fuego, zapatos de combate, ropa interior debe ser de algodón y los calcetines de lana o algodón. (Ver Figura B-1).

Tenida intermedia para el combate de incendio.- La tenuta intermedia consiste en la tenuta básica para el combate de incendios más el equipo de respiración, caperuza y guantes retardantes al fuego. (Ver Figura B-2).



Figura B-2. Tenida intermedia para el ataque de incendios.

Tenida completa para el combate de incendios.- Esta tenida consiste en la tenida básica para el combate de incendio, más el equipo de respiración, traje de fearnought, guantes para combate de incendio, caperuza para combate de incendios, casco protector con calzo para linterna, calcetines y botas para el combate de incendio.



Figura B-3. Tenida completa para el combate de incendios.

Equipos de respiración para escape de emergencia ELSA “Emergency Life Suport Aparatus”.- Este equipo solo es utilizado para escapar de lugares con atmósferas insoportables para el ser humano. Este aparato tiene una válvula de regulación, un manómetro de presión y una máscara plástica con elástico en el cuello. Tiene una correa para colgarse el equipo. El laboratorio debe tener una cantidad del 150% del personal que labora en este y deben ir dispuestos en lugares de fácil y rápida obtención.



Figura B-4. Equipos de respiración para escape de emergencia ELSA “Emergency Life Suport Aparatus”.

El equipo ELSA tiene una duración aproximada de 8 minutos. No está diseñado para el combate de incendios directamente sino exclusivamente para una salida rápida del lugar afectado.

Equipos de auto respiración, para trabajos de duración extendida BASCCA – MSA.- El equipo BASCCA (Ver Figura 6-7) es utilizado en la Armada del Ecuador como elemento clave para combatir incendios.



Figura B-5. Equipos de auto respiración, para trabajos de duración extendida BASCCA.

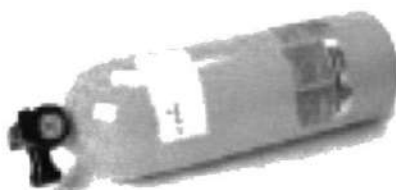
Los equipos BASCCA tienen un sistema de suministro de aire por presión positiva y por demanda, son livianos, de mantenimiento y carga fácil, arnés fácil de ajustar y cómodo para trabajar, tiene un recipiente de aire cilíndrico de 9 litros con una capacidad de almacenaje de aire a 170 bar. La máscara es de una medida única y tiene correas de ajuste fabricadas en caucho, tiene una válvula reguladora y reductora, una bocina de alerta de baja presión.

Los equipos BASCCA se instalan en los calzos con las correas de los arneses completamente extendidas, de manera que puedan ajustarse en forma rápida. Las indicaciones de operación y ajuste de la máscara deben ir

en el interior del calzo del equipo. La carga de las botellas no debe sobrepasar las 300bar de presión.

Equipos de auto respiración autónoma MSA.- Los equipos MSA tienen un sistema de suministro de aire por presión positiva, son livianos, de mantenimiento y carga fácil, arnés fácil de ajustar y cómodo para trabajar, tiene una botella de aire con capacidad de hasta 3000 psi.

El equipo esta compuesto por: el arnés con cinturones regulables, la botella de oxígeno con válvula de paso de aire y manómetro, una manguera conectada a la botella con el conjunto de la válvula reguladora y bocina de carga mínima que se activa a los 750 psi (le indica al usuario que debe evacuar el lugar contanimado). La máscara tiene un sistema de alivio de dióxido de carbono.



firehawk™ AMR PTC Regulator



Figura B-6. Equipo de respiración autónomo MSA.

Extintores de FOAM, (AFFF).- Este extintor es utilizado para el combate de incendios con combustibles sólidos o líquidos.

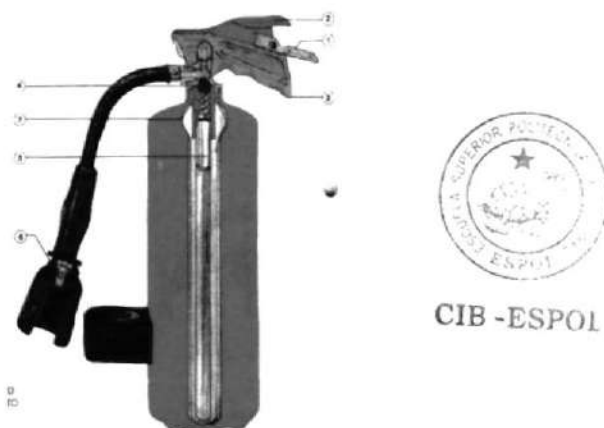


Figura B-7 Extintor de FOAM, de 9 litros, (AFFF).

Extintores de polvo químico seco presurizados – SPE(DP).- Estos extintores SPE (DP) van instalados en el interior o en las cercanías de espacios de máquinas. El cilindro lleva 11,2 Kg. de polvo químico seco, se carga con 10 bar y tiene una duración de 20 segundos.



Figura B-8. Extintor de 9 litros SPE (DP), ("DP, dry powder" polvo químico seco).

Extintores de CO₂.- Estos extintores de CO₂ son dispuestos en compartimentos donde hay equipos eléctricos. Está cargado con Kg. Tiene un pitón cónico.



Figura B-9. Extintores de CO₂.

Pitón de ataque.- El pitón de ataque (Ver figura 6-14) esta dispuesto en las cercanías de los grifos de incendio, conectados con mangueras de doce metros.

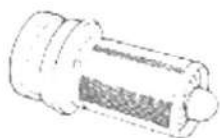


Figura B-10 Pitón de Ataque.



Figura B-11. Pitón Pantalla de Agua.

Pitón pantalla de agua.- El Pitón Pantalla de Agua (Ver Figura 6-15) debe ir instalado en lugares exteriores e interiores del laboratorio, fáciles de llegar, los cuales deben estar en las partidas contra incendios.

Mangueras.- Existen dos tipos de medidas de mangueras, medida 1 ½" y medida 2 ½". Estas medidas disponen de distintos largos y tienen sistemas de acoplamiento rápido o con rosca. En un extremo tiene acoplamiento hembra y acoplamiento macho en el otro extremo. En la Figura 6-17 se muestra cómo van instaladas las mangueras en los calzos para dos mangueras.

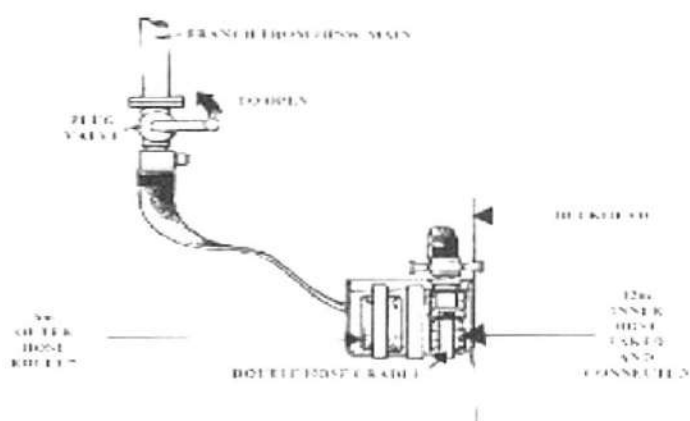


Figura B-12. Trinca de la manguera.



CIB-ESPOL.

EXAMEN FÍSICO

Para realizar el examen físico a una persona accidentada, se debe considerar la división esencial del cuerpo humano, y estas son: cabeza, tronco o cuerpo y extremidades. De tal forma que al pasar dicho examen no se deje a un lado ninguna parte del cuerpo que podría haberse lastimado.

CABEZA:

Cráneo:

Pase suavemente las manos por el cuerpo cabelludo, en busca de alguna hemorragia, hinchazón o depresión, indicadores de una posible fractura.

Boca:

Vuelva a comprobar la respiración, tomando nota del ritmo, la profundidad y la naturaleza. Mire rápidamente el interior de la boca para cerciorarse de que no hay sustancias extrañas como vómito, sangre, restos de comida o dientes sueltos capaces de producir atragantamiento. La exploración del interior de la boca debe realizarse con la ayuda de un depresor o una cuchara que ayude a descender la lengua (evite introducir la cuchara profundamente, pues provocaría náuseas al enfermo). Pida al paciente que emita la letra «A» de continuo para que se eleve la campanilla (ver figura siguiente).



Figura B-13: Amígdalas normales.



Figura B-14: Amigdalitis.

Observe posibles desviaciones de la lengua, campanilla, color de la mucosa, estado de los dientes, presencia de puntos blancos o rojos en el fondo de la garganta, tamaño de las amígdalas (ver figura B-13).

Examine los labios, si hubiere alguna señal de quemadura o decoloración reveladora de algún posible envenamiento corrosivo.

Examine el interior de los labios por si registrara un tono azulado indicador de asfixia. Compruebe el estado de los dientes para cerciorarse de que ningún diente recién desprendido se ha deslizado hacia la garganta. Compruebe que las dentaduras postizas estén bien ajustadas.

Nariz:

Compruebe la posible existencia de señales desangre, liquido claro o una mezcla de ambas que pudiera proceder del interior del cráneo.

Ojos:

Examínelos conjuntamente. Compare las pupilas y observe si tiene el mismo tamaño. Comprobar también si el blanco del ojo está inyectando sangre.

Observaremos las pupilas (la parte negra central de los ojos) y comprobaremos si son o no del mismo tamaño y si reaccionan a la luz, para lo que utilizaremos una linterna. Normalmente, con la luz las pupilas se contraen.



Figura B-15 Pupilas normales. **Figura B-16 Pupilas normales contraídas por la luz**

También le preguntaremos sobre alteraciones recientes de la agudeza visual o pérdidas de visión, y exploraremos posibles alteraciones de la conjuntiva.

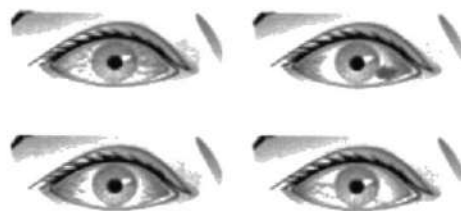


Figura B-17 Diferentes tipos de ojo rojo

En el caso de que se queje de molestias o dolor en el ojo, pueden ser necesarias dos exploraciones más:

- ❖ Eversión del párpado: Dar la vuelta al párpado superior para observar el interior del mismo y descartar que allí se oculte algún cuerpo extraño (ver figuras siguientes).



Figura B-18 Cómo dar la vuelta al párpado.

- ❖ Prueba de la fluoresceína: Es un colorante que tiñe de verde brillante las zonas alteradas de la córnea (la semiesfera transparente del ojo) o de la conjuntiva. Se deberá encontrar en el botiquín del laboratorio o en el subcentro médico cercano, en forma de colirio y asociado a un anestésico (fluoresceína + oxibuprocaina). Se deben administrar, con la cabeza del paciente hacia atrás y la mirada hacia arriba, 2 gotas en cada conjuntiva inferior. El paciente después cerrará los ojos y se le pedirá que los mueva para extender el colorante.



CIB -ESPOL.

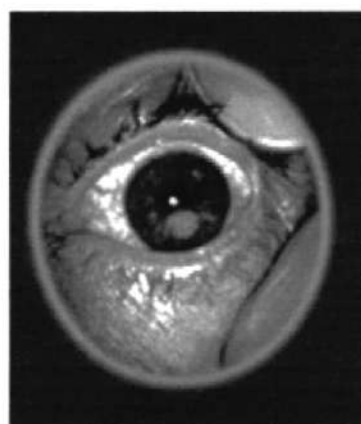


Figura B-19 prueba de fluoresceína

Observe el color. Puede ser pálido, incluso en caso de que se registren dificultades respiratorias. Compruebe la temperatura del rostro y observe si está muy frío o caliente, examinando el estado de la piel: si está seca o pegajosa, o si suda profundamente.

Oídos:

Debería comprobar la posible presencia de cuerpos extraños y restos de sangre y/o líquido claro cefalorraquídeo, indicador de una posible fractura de cráneo. Comprobar si oye.

Cuello:

Afloje las prendas de ropa que rodean el cuello. Pase los dedos por la columna vertebral desde la base del cráneo hasta lo más lejos que pueda llegar entre los hombros, comprobando la posible existencia de alguna irregularidad de las vértebras que pudiera indicar una fractura. Comprobar si el accidentado lleva alguna medalla de advertencia. Compruebe el pulso carotídeo y tome nota de su velocidad, fuerza y ritmo. Si el accidentado se halla inconsciente y el cuello no ha sufrido daños, coloque la cabeza en hiperextensión.

Compruebe si existe rigidez: pida al paciente que toque el pecho con el mentón (con la boca cerrada) (ver figura adjunta) y que mueva la cabeza a los lados (que toque el hombro con la oreja).

Mire si tiene algún bulto o bultos. Si es así, compárelo en tamaño y consistencia con algo conocido. Apunte si presenta dolor y si se mueve fácilmente o está adherido.



Figura B-20 MANIOBRA DE CUELLO

CUERPO:

Columna vertebral:

Pase la mano suavemente la curvatura lumbar sin mover al accidentado ni retirar ninguna prenda de vestir, deslícela por la columna vertebral hacia arriba y abajo, lo que más pueda, por si hubiera alguna irregularidad de las vértebras.

Tronco:

Examine el tórax para comprobar la regularidad del movimiento de las costillas y descubrir la posible existencia de heridas. Examine las costillas por si hubiera alguna irregularidad o depresión reveladora de fracturas, pase también la mano por el esternón.

Compruebe la existencia de irregularidad en ambas clavículas y examine los hombros por si hubiera alguna deformidad. Palpe cuidadosamente ambos lados de la pelvis en busca de señales de fractura y observe cualquier indicación de incontinencia urinaria o fecal.

El corazón se explora ayudándonos del estetoscopio aplicando la campana debajo de la tetilla izquierda. Compruebe la frecuencia y el ritmo de los latidos.

Los pulmones también se exploran con la ayuda del mismo instrumento, auscultando la respiración en la espalda, y comparando simétricamente ambos lados.

Compruebe si existe algún ruido «raro» (pitidos, burbujeo).



Figura B-21 Exploración pulmonar.

Observe si el enfermo respira sin dificultad o si «le cuesta respirar»; si tiene dolor, tos, o si expulsa moco o sangre.

Abdomen:

Para realizar la exploración del abdomen el enfermo debe estar tumbado boca arriba, sin almohada, respirando tranquilamente, y las piernas ligeramente flexionadas.

Interrogue al enfermo si presenta dolor, la zona o punto donde más le duele, hacia dónde se va (irradia), y en qué postura mejora. También es importante conocer si el dolor varía con las comidas, al defecar o vomitar.

Colóquese al lado derecho del enfermo y comience a palpar con las manos extendidas y los dedos juntos. Se palpará suavemente todo el abdomen, aumentando ligeramente la presión en un segundo recorrido.

Cuando el paciente presente dolor, comience la palpación por el lugar más alejado del mismo y vigile la cara del enfermo, pues a veces aparecen gestos de dolor, más indicativos que cualquier otra información.

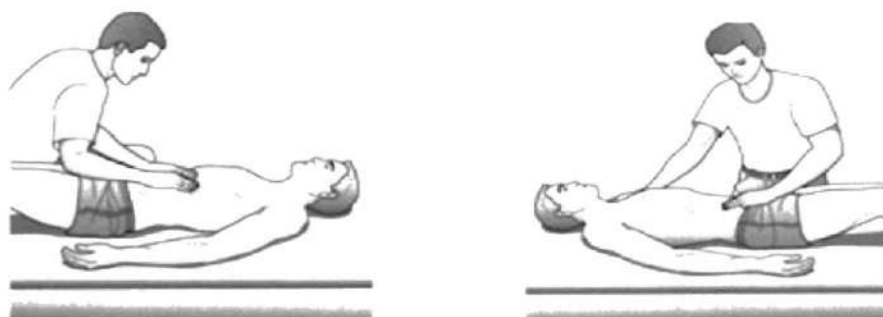


Figura B-22 Palpitación del abdomen.

El abdomen puede estar blando o duro, pueden aparecer puntos de dolor y apreciarse bultos o masas. Si aparecen éstos en la ingle, examine al paciente de pie y tumbado, comprobando si el bulto varía de tamaño. Invítele a toser, para comprobar igualmente si el bulto «crece».

Cuando exista dolor abdominal haremos una maniobra que consiste en apretar con la punta de los dedos en la zona derecha y baja del abdomen, unos centímetros por encima de la ingle (en el punto medio entre el hueso de la cadera y el ombligo), y soltar bruscamente, pidiendo al enfermo que nos diga si le duele más al presionar o al soltar.

Si hay dolor efectuaremos también otra maniobra que consiste en situar los dedos de ambas manos presionando por debajo de las últimas costillas del lado derecho del paciente, a la vez que se le invita a coger aire profundamente. Señale si con la inspiración aparece o no dolor.

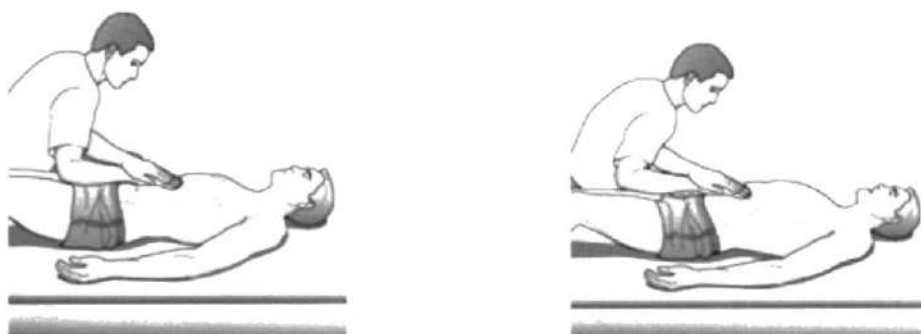


Figura B-23 MANIOBRA DE PALPAR EL ABDOMEN.

EXTREMIDADES:

Miembros superiores:

Debe examinarse exhaustivamente los huesos del brazo, antebrazo, muñeca, manos y dedos.

Compruebe cuidadosamente la existencia de cualquier deformidad reveladora de posibles fracturas. Hay que examinar los antebrazos por si el accidentado llevara alguna pulsera de advertencia médica.

Miembros inferiores:

Examine las caderas, muslos rodillas, ambos huesos de las piernas, tobillos, pies y dedos de los pies siguiendo el mismo procedimiento que en los brazos.

Piel:

La inspección de la piel puede revelar signos de enfermedades generales o procesos propiamente cutáneos. Debe efectuarse, a ser posible, con luz natural.

PASOS PARA REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR.

El objetivo de seguir los pasos siguientes es dar un masaje cardiaco con el fin de socorrer al individuo afectado.



1. Un solo socorrista:
Realice 2 insuflaciones de aire seguidas de 15 compresiones:

Figura B-24

2. Dos socorristas:

a. Efectúen 1 insuflación de aire por cada 5 compresiones:



Figura B-25



Figura B-26

b. Cada cuatro ciclos de respiración/compresión, compruebe si recupera el pulso y la respiración espontánea.

c. El cambio de socorristas se producirá cuando éstos se agoten. Procure no perder tiempo en el relevo.

Al momento de realizar la compresión debe continuar con los siguientes pasos:

d. Localice el lugar del masaje, en el tercio inferior del esternón:



CIB -ESPO1

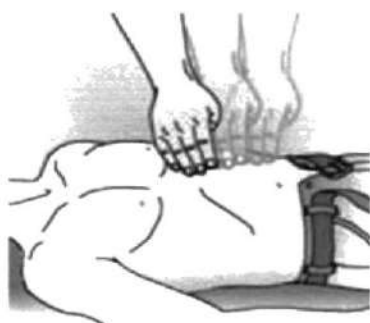


Figura B-27



Figura B-28



Figura B-29

Coloque el talón de una mano directamente sobre ese punto y entrelace las manos:



Figura B-30

Arrodillese al lado del enfermo y efectúe la compresión cargando el peso de su cuerpo sobre el talón de sus manos, sin doblar los brazos.

Siga un ritmo fijo de 80 compresiones por minuto.

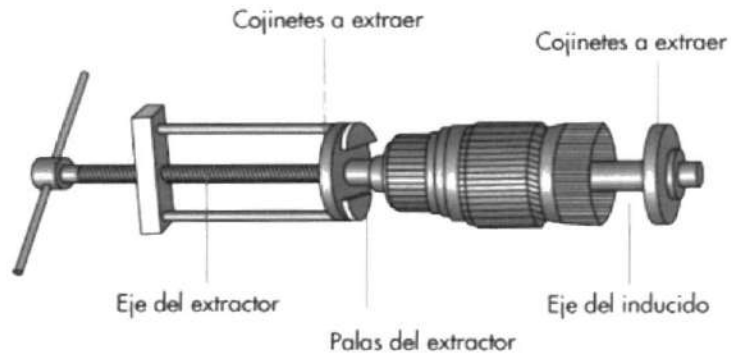
RESPIRA y tiene PULSO? NO; continuar con el R.C.P. (mínimo 30 minutos).

RESPIRA y tiene PULSO? SI; efectuar maniobra lateral de seguridad.

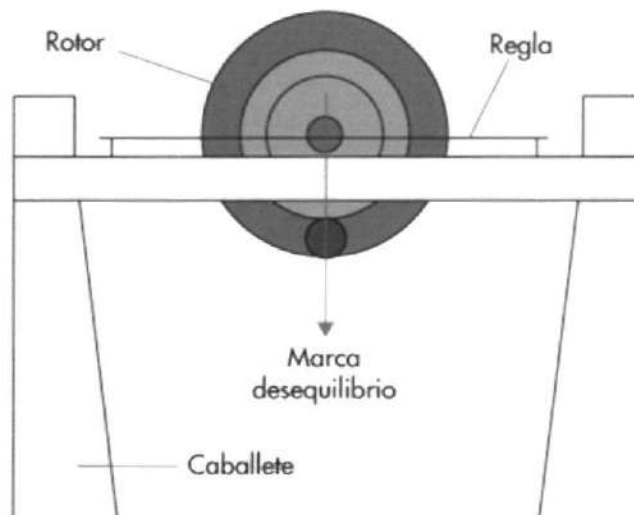
ANEXO C

DESCRIPCION DE
REPARACION DE
MOTORES.

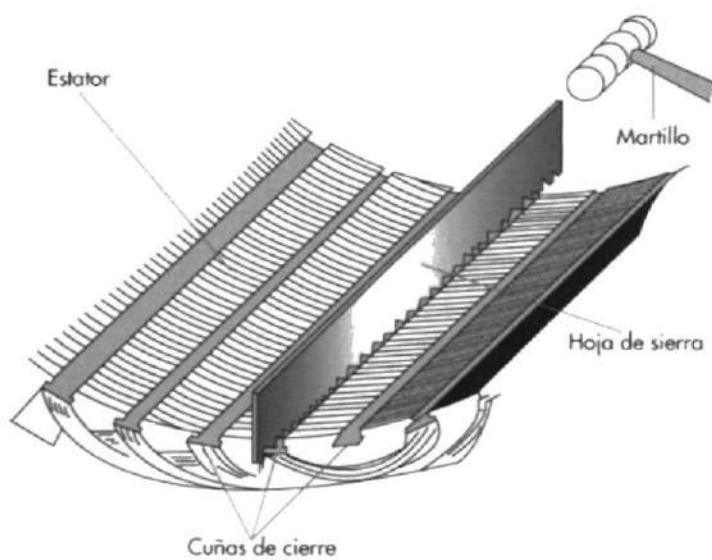
Extracción del cojinete de un motor



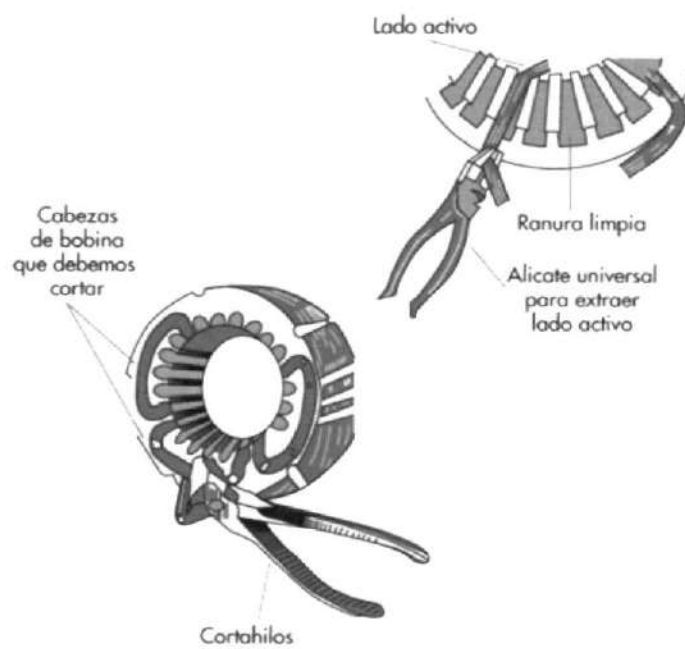
Comprobación del desequilibrio del rotor



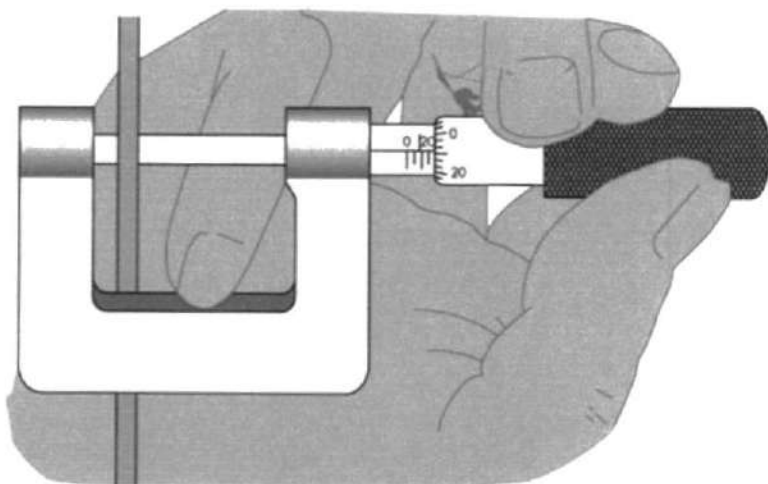
Método para el desmontaje parcial de un bobinado



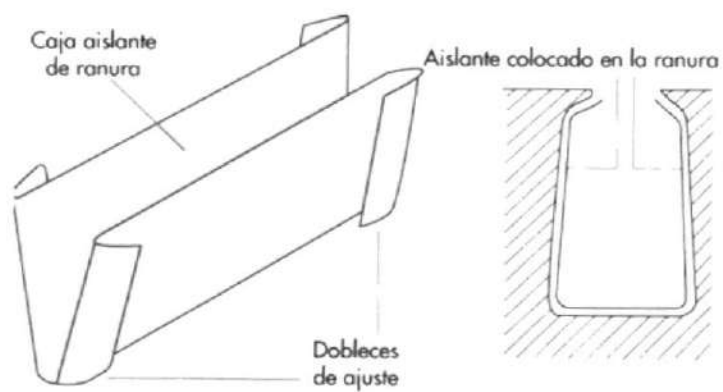
Método de extracción de bobinas inservibles



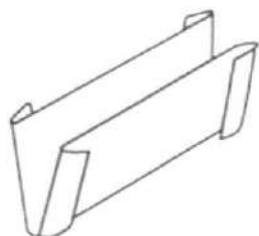
Medición del diámetro de hilo con tornillo micrométrico



Molde aislante de ranura



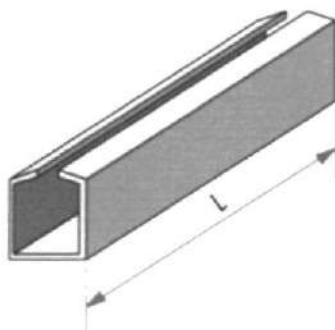
Diversas cajas de ranuras de estatores



Caja de ranura con dobleces



Caja de ranura moldeada introducida en la ranura

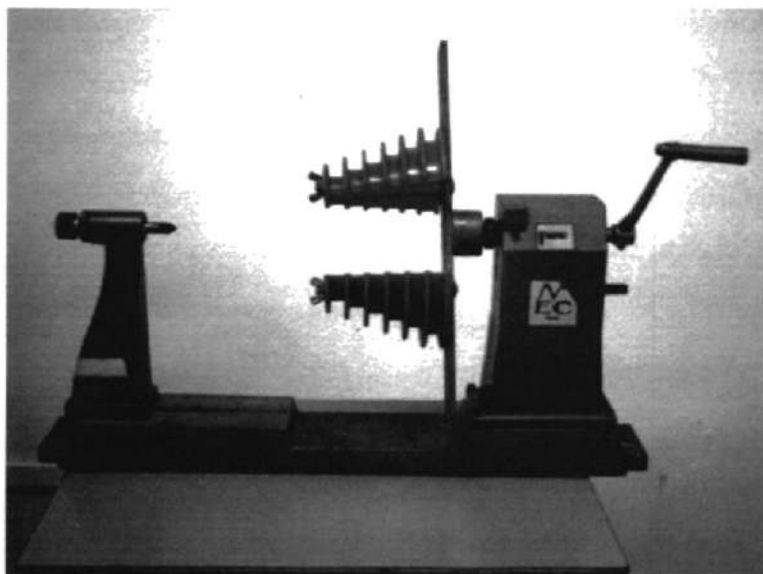


Caja de ranura moldeada

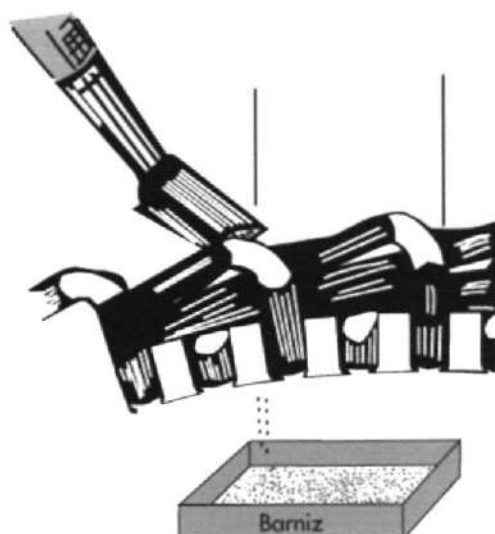


Caja de ranura con solapa

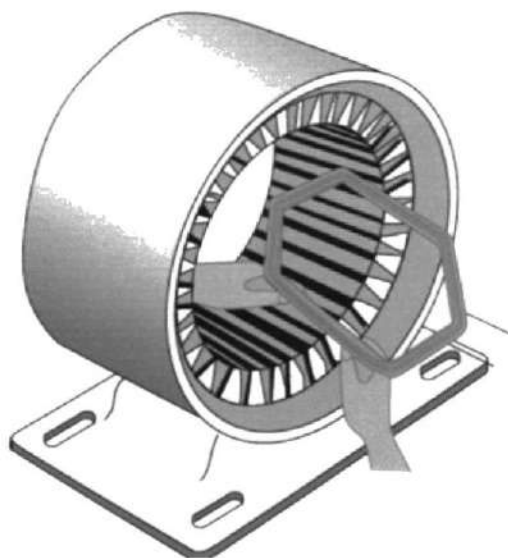
Bobinadora manual con molde de bobinas concéntricas



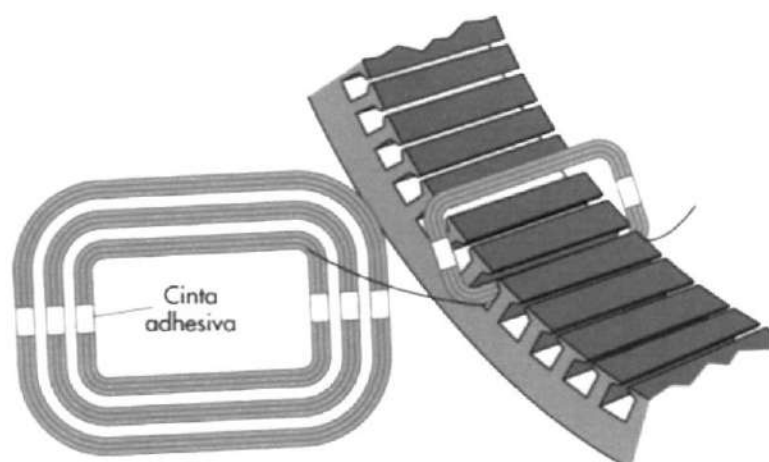
Barnizado del bobinado mediante brocha



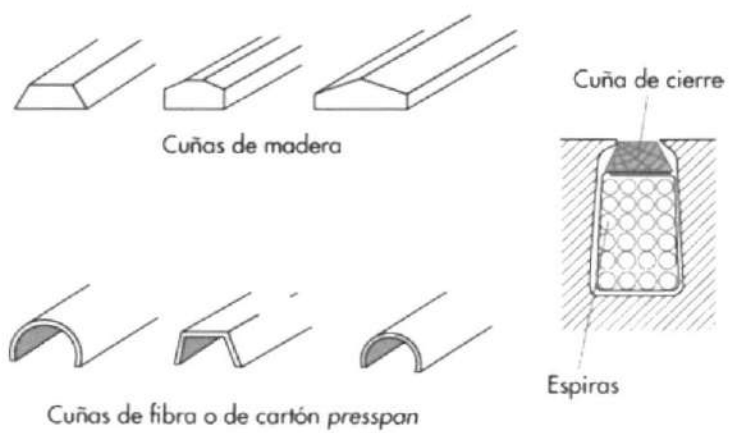
Colocación de un lado activo de la bobina en la ranura



Colocación de grupo concéntrico en ranuras



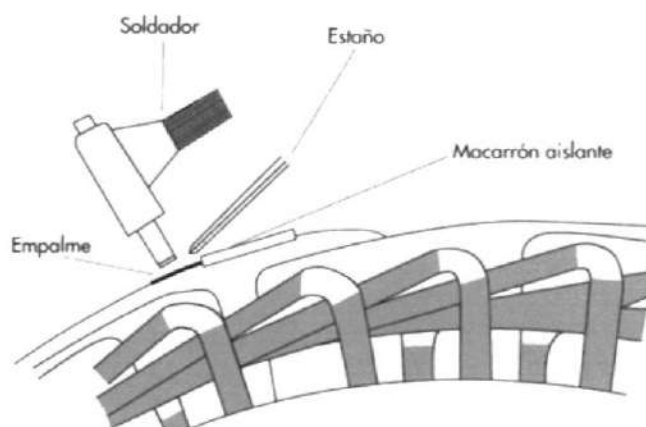
Diversos tipos de cuñas de cierre



Empalmes entre bobinas y grupos de bobinas



Conexión entre bobinas y entre grupos mediante un soldador



Motor con aislamiento entre grupos de bobinas

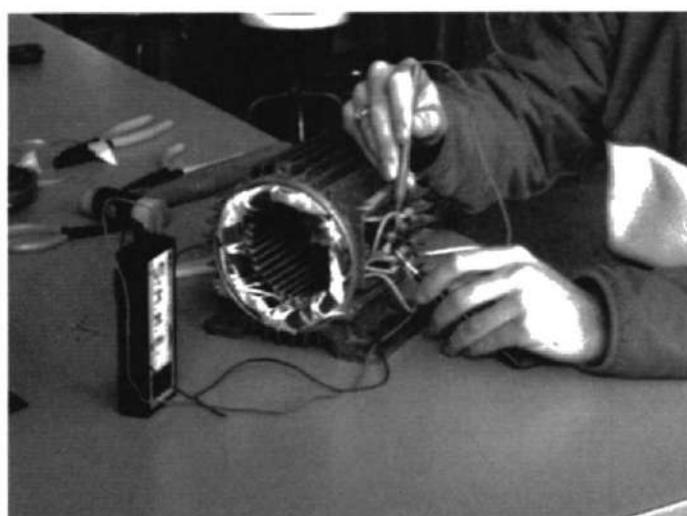


Amarrado del bobinado



CIB - ESPOL

Verificación de continuidad y aislamiento de las bobinas



ANEXO D

PRESUPUESTO.

PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL.

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT,	COSTO UNITARIO DIRECTO	COSTO TOTAL RUBRO
1	Instalación.				
	TRAZADO Y REPLANTEO	M2.	425,12	0,55	233,81
	INSTALACION PROVISIONAL AA.PP	GLB	1,00	74,50	74,50
	RED PROVISIONAL ENERGIA ELECT	GLB	1,00	45,50	45,50
				SUBTOTAL	353,81
2	Movimiento de tierra				
	DESBROCE, LIMPIEZA Y DESALOJO	M2.	425,12	0,45	191,30
	EXCAV. DESALOJO (MANUAL.)	M3.	13,82	2,80	38,71
	RELLENO/COMPACT. MANUAL.	M3.	8,64	8,50	73,44
				SUBTOTAL	303,45
3	Obras de hormigon simple.				
	MURO DE PIEDRA BASE H=0.4 M	M	49,64	3,85	191,11
	REPLANTILLO e=0.05 M	M2.	22,24	5,70	126,79
	CONTRAPISO E=0.10 M	M2	373,40	9,00	3.360,64
	ANDENES PALETEADOS e= 0.08 M	M2.	83,76	8,15	682,64
	CAJA DE REGISTRO H. S.	U	4,00	60,00	240,00
	BORDILLOS	M	104,70	10,55	1.104,59
				SUBTOTAL	5.705,77
4	Obras de hormigon armado.				
	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS F'C=	KG	25.500,00	0,90	22.950,00
	PLINTOS F'C=240 KG/CM2	M3.	5,18	140,00	725,76
	RIOSTRA	M3.	8,36	130,00	1.086,35
	PILARES	M3.	1,69	285,00	480,94
	LOSA TIPO	M3.	37,34	175,00	6.534,58
	CAJONETA	M3.	32,55	50,00	1.627,50
	PILARETES	M	45,50	8,50	386,75
	VIGUETAS	M	16,00	8,50	136,00
				SUBTOTAL	33.927,87
5	Impermeabilización.				
	LOSA	M2.	373,40	3,90	1.456,28
				SUBTOTAL	1.456,28
6	Obras de albañilería.				
	PAREDES	M2.	350,22	7,95	2.784,21
	ENLUCIDO EXTERIOR	M2.	346,15	3,90	1.349,99
	ENLUCIDO INTERIOR	M2.	693,63	3,80	2.635,79
	ENLUCIDO TUMBADO PB	M2.	373,40	4,10	1.530,96
	CUADRADA/BOQUETES	M	43,20	2,10	90,72
	BALDOSA	M2.	373,40	12,00	4.480,85
	PULIDA BALDOSAS	M2.	373,40	2,40	896,17
	BOTA AGUAS CON TACOS DE LADRILLO	U	10,00	14,75	147,50
				SUBTOTAL	13.916,19
7	Revestimientos.				
	CERAMICA EN PAREDES	M2.	85,30	14,00	1.194,20
				SUBTOTAL	1.194,20

PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL.

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT,	COSTO UNITARIO DIRECTO	COSTO TOTAL RUBRO
8	Obras de carpintería.				
	PUERTA EXTERIORES (2.55 x2.0)M	U	1,00	195,00	195,00
	PUERTAS EXTERIORES (0.8 x2.0)M	U	4,00	165,00	660,00
	PUERTAS INTERIORES (0.7 x2.0)M	U	4,00	145,00	580,00
	PUERTAS INTERIORES (0.6 x2.0)M	U	13,00	120,00	1.560,00
				SUBTOTAL	2.995,00
9	Pintura.				
	EXTERIOR	M2.	346,15	2,30	796,15
	INTERIOR	M2.	693,63	2,40	1.664,71
	TUMBADO	M2.	373,40	2,60	970,85
				SUBTOTAL	3.431,71
10	Aluminio y vidrio.				
	VIDRIO FIJO,CORREDIZO INCL. MALLA A	M2.	12,80	55,00	704,00
				SUBTOTAL	704,00
11	Herrajes y cerrajería.				
	CANASTILLA PARA AIRE ACONDICIONAC	U	12,00	47,00	564,00
				SUBTOTAL	564,00
12	Instalación sanitaria.				
	PUNTOS DE AA.PP.	PTO	6,00	15,00	90,00
	PUNTOS DE AA.SS	PTO	6,00	16,00	96,00
	INODORO TANQUE BAJO	U	2,00	105,00	210,00
	LAVAMANOS CON PEDESTAL	U	2,00	56,00	112,00
	FREGADERO DE ACERO INOXIDABLE 1 F	U	2,00	120,00	240,00
	LLAVE DE CONTROL 1/2" RED WHITE	U	3,00	10,26	30,78
	TUBERÍA PVC DESAGUE O 110 MM	M	12,00	10,20	122,40
	TUBERÍA PVC DESAGUE O 75 MM	M	5,00	4,50	22,50
	ACCESORIOS DE PORCELANA PARA BAI	U	2,00	17,70	35,40
	ESPEJOS	U	2,00	34,00	68,00
	PUNTOS DE DRENAJE(AIRE ACONDICIOI	U	12,00	19,00	228,00
	TUBERÍA PVC PRES/ROSC. + ACCES O 1	M	3,00	6,20	18,60
	TUBERÍA PVC PRES/ROSC. + ACCES O 1	M	12,00	4,20	50,40
	TUBERÍA PVC PRES/ROSC. + ACCES O 3	M	5,00	3,50	17,50
	MEDIDORES DE AGUA	U	1,00	47,50	47,50
				SUBTOTAL	1.389,08
	LOS PRECIOS INCLUYEN IVA			TOTAL	\$ 65.941,37

PRESUPUESTO DE OBRA ELECTRICA

ITEM DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	C. TOTAL	
			C. UNITARIO MATERIAL	MATERIAL
1 Punto de alumbrado 120 V.	Uni	49,0		
TUBERIA EMT 1/2" FUJI-IDEAL	U.	50	2,69	134,50
UNION EMT 1/2" USA UL	U.	50	0,16	8,00
CONECTOR EMT 1/2" USA UL	U.	100	0,18	18,00
ABRAZADERA EMT 1/2"	U.	80	0,03	2,40
CAJA OCTOGONAL GRANDE	U.	50	0,22	11,00
TAPA OCTOGONAL GALVANIZADA	U.	50	0,13	6,50
CAJA 4x4 GALV PROFUNDA	U.	18	0,46	8,28
TAPA 4x4 EMT	U.	18	0,17	3,06
BISEL 4"x4" SENCILLO	U.	18	0,19	3,42
TORNILLO T/P 1/2" X 8MM	U.	50	0,01	0,50
CINTA AISLANTE 20 YARDAS	U.	10	0,52	5,20
HOJA DE SIERRA	U.	5	1,35	6,75
ALAMBRE GALV # 18	LBS	5	0,62	3,10
TACO INTERRUPTOR	U.	16	1,40	22,40
PLACA TICINO 1 HUECO	U.	15	0,22	3,30
PLACA TICINO 2 HUECO	U.	1	0,22	0,22
CONECTOR DE CABLE 1/2"	U.	50	0,15	7,50
CABLE THHN # 12 COBRE UL ROJO	M	180	0,41	73,80
CABLE THHN # 12 COBRE UL BLANCO	M	180	0,41	73,80
CABLE CONCENTRICO 2 x16 COBRE UL	M	100	0,58	58,00
TACO FISHER F-6	U.	100	0,01	1,00
TORLILLO TIRAFONDO 1/2"x8"	U.	100	0,01	1,00
TORNILLO AUTOPERFORANTE 1/2"x8mm.	U.	50	0,05	2,50
2 Punto de Tomacorrientes 120 V. Polarizado	Uni	51,0		
TUBERIA EMT 3/4" FUJI-IDEAL	U.	80	4,09	327,20
UNION EMT 3/4" USA UL	U.	80	0,20	16,00
CONECTOR EMT 3/4" USA UL	U.	102	0,24	24,48
CAJA 4x4 GALV PROFUNDA	U.	45	0,46	20,70
BISEL 4"x4" SENCILLO	U.	45	0,19	8,55
TAPA 4x4 EMT	U.	45	0,17	7,65
ABRAZADERA EMT 3/4"	U.	120	0,05	6,00
TACO FISHER F-6	U.	150	0,01	1,50
TORLILLO TIRAFONDO 1/2"x8"	U.	150	0,01	1,50
CABLE THHN # 10 COBRE UL ROJO	M.	250	0,65	162,50
CABLE THHN # 10 COBRE UL BLANCO	M.	250	0,65	162,50
CABLE THHN # 12 COBRE UL VERDE	M.	250	0,41	102,50
TORNILLO T/P 1/2" X 8MM	U.	50	0,01	0,50
CINTA AISLANTE 20 YARDAS	U.	10	0,52	5,20
HOJA DE SIERRA	U.	5	1,35	6,75
ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LBS.	6	0,62	3,72
TOMAC DOBLE POLAR UL 125V-30A	U.	51	1,43	72,93
CAJA FS 4x2	U.	10	2,96	29,60
3 Punto de Tomacorrientes 220 V.	Uni	7,0		
TUBERIA EMT 3/4" FUJI-IDEAL	U.	50	4,09	204,50
UNION EMT 3/4" USA UL	U.	50	0,20	10,00
CONECTOR EMT 3/4" USA UL	U.	40	0,24	9,60
ABRAZADERA EMT 3/4"	U.	80	0,05	4,00
CAJA 4x4 GALV PROFUNDA	U.	15	0,46	6,90
TAPA 4x4 EMT	U.	15	0,17	2,55
BISEL 4"x4" SENCILLO	U.	15	0,19	2,85
TOMAC DOBLE 240 V 30 AMP UL TRIFASICO	U.	7	3,54	24,78
TOMAC SENCILLO 240 V 30 AMP UL	U.	10	8,20	82,00

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	C. UNITARIO		C. TOTAL
				MATERIAL	MATERIAL	
	CABLE THHN # 10 COBRE UL ROJO	M.	50	0,65		32,50
	CABLE THHN # 10 COBRE UL NEGRO	M.	50	0,65		32,50
	CABLE THHN # 10 COBRE UL BLANCO	M.	50	0,65		32,50
	CABLE THHN # 12 COBRE UL VERDE	M.	50	0,41		20,50
	TORNILLO T/P 1/2" X 8MM	U.	50	0,01		0,50
	CINTA AISLANTE 20 YARDAS	U.	5	0,52		2,60
	HOJA DE SIERRA	U.	3	1,35		4,05
	ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LBS	3	0,62		1,86
	TACO FISHER F-6	U.	100	0,01		1,00
	TORLILLO TIRAFONDO 1/2x8"	U.	100	0,01		1,00
4	Punto de alumbrado 220 V.	Uni	7,0			
	TUBERIA EMT 3/4" FUJI-IDEAL	U.	20	4,09		81,80
	UNION EMT 3/4" USA UL	U.	20	0,20		4,00
	CONECTOR EMT 3/4" USA UL	U.	14	0,24		3,36
	CAJA OCTOGONAL GRANDE	U.	7	0,22		1,54
	TAPA OCTOGONAL GALVANIZADA	U.	7	0,13		0,91
	ABRAZADERA EMT 3/4"	U.	30	0,05		1,50
	CONECTOR DE CABLE 1/2"	U.	10	0,15		1,50
	CABLE CONCENTRICO 2 x16 COBRE UL	M.	20	0,58		11,60
	CABLE THHN # 10 COBRE UL ROJO	M.	60	0,65		39,00
	CABLE THHN # 10 COBRE UL BLANCO	M.	60	0,65		39,00
	CABLE THHN # 12 COBRE UL VERDE	M.	60	0,41		24,60
	TACO FISHER F-6	U.	50	0,01		0,50
	TORLILLO TIRAFONDO 1/2x8"	U.	50	0,01		0,50
	CINTA AISLANTE 20 YARDAS	U.	3	0,52		1,56
	HOJA DE SIERRA	U.	3	1,35		4,05
	ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LBS.	2	0,62		1,24
	ALIMENTADOR EN BAJA TENSION					
5	DESDE TRAF0 100KVA a TD-G 2(3#250) N#4/0 T#2/0	Mts	8			
	CABLE THHN # 250 MCM COBRE UL	M	54	13,40		723,60
	CABLE THHN # 4/0 COBRE UL	M	10	10,65		106,50
	CABLE THHN # 2/0 COBRE UL	M.	10	6,75		67,50
	TERMINALES COMPRESION OJO 250 CAÑA LARGA USA	U.	12	3,40		40,80
	TERMINALES COMPRESION OJO 4/0 CAÑA LARGA USA L	U.	2	3,30		6,60
	TERMINALES COMPRESION OJO 2/0 CAÑA LARGA USA I	U.	2	2,78		5,56
	CINTA AUTOFUNDENTE	U.	1	5,20		5,20
	PASTA DE CONTACTO 8 OZ.	U.	1	8,49		8,49
	PERNO CADNIADO 3/8"x2"	U.	15	0,37		5,55
	CODO VERTICAL BAJADA CANALETA CERRADA 20"10CM	U.	1	20,60		20,60
	CANALETA METALICA 20x10cm.	M	3	25,78		77,34
	CODO HORIZ. CANAL. METALICA CERRADA 20x15 CM.	U.	1	15,66		15,66
	VARILLA ROSCADA 3/8" x 3 M. GALVANIZADAS	U.	2	4,35		8,70
	TUERCA GALVANIZADA DE 3/8"	U.	10	0,04		0,40
	ARANDELA PLANA DE 3/8"	U.	10	0,04		0,40
	ARANDELA DE PRESION DE 3/8"	U.	10	0,04		0,40
	TACO EXPANSIVO DE 3/8"	U.	4	0,43		1,72
	CHANEL 3 MTS.	U.	1	19,04		19,04
	ALIMENTADORES ELECTRICOS					
6	PD-OF (3#6 N#8 T#8)	Mts	27,0			
	TUBERIA EMT 1 1/4" FUJI-IDEAL	U.	9	8,85		79,65
	UNION EMT 1 1/4" USA UL	U.	9	0,96		8,64
	CONECTOR EMT 1 1/4" USA UL	U.	4	0,95		3,80
	ABRAZADERA EMT 1 1/4"	U.	15	0,08		1,20
	CABLE THHN # 6 COBRE UL	M.	71	1,50		106,50



CIB-ESPOL

ITEM DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	C. TOTAL	
			C. UNITARIO MATERIAL	C. TOTAL MATERIAL
CABLE THHN # 8 COBRE UL	M	54	0,98	52,92
TERMINALES COMPRESION OJO 8 CAÑA LARGA USA UL	U	4	0,65	2,60
HOJA DE SIERRA	U	1	1,35	1,35
CINTA AISLANTE 20 YARDAS	U	1	0,52	0,52
ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LBS.	1	0,62	0,62
TACO FISHER F-10	U	20	0,02	0,40
TORLILLO TIRAFONDO PARA F-10 x2"	U	20	0,02	0,40
7 PD-SC (3#2 N#4 T#6)	Mts	30,0		
TUBERIA EMT 1 1/2" FUJI-IDEAL	U	10	10,30	103,00
UNION EMT 1 1/2" USA UL	U	10	1,04	10,40
CONECTOR EMT 1 1/2" USA UL	U	4	1,09	4,36
CODO EMT 1 1/2"	U	1	2,92	2,92
ABRAZADERA EMT 1 1/2"	U	15	0,12	1,80
CABLE THHN # 2 COBRE UL	M	90	3,28	295,20
CABLE THHN # 4 COBRE UL	M	30	2,20	66,00
CABLE THHN # 6 COBRE UL	M	30	1,50	45,00
TERMINALES COMPRESION OJO 2 CAÑA LARGA USA UL	U	6	0,58	3,48
TERMINALES COMPRESION OJO 4 CAÑA LARGA USA UL	U	2	0,85	1,70
TERMINALES COMPRESION OJO 6 CAÑA LARGA USA UL	U	2	0,74	1,48
HOJA DE SIERRA	U	1	1,35	1,35
CINTA AISLANTE 20 YARDAS	U	2	0,52	1,04
ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LBS.	1	0,62	0,62
TACO FISHER F-10	U	20	0,02	0,40
TORLILLO TIRAFONDO PARA F-10 x2"	U	20	0,02	0,40
8 PD-LAB (3#2 N#4 T#6)	Mts	15,0		
TUBERIA EMT 1 1/2" FUJI-IDEAL	U	5	10,30	51,50
UNION EMT 1 1/2" USA UL	U	5	1,04	5,20
CONECTOR EMT 1 1/2" USA UL	U	4	1,09	4,36
CODO EMT 1 1/2"	U	1	2,92	2,92
ABRAZADERA EMT 1 1/4"	U	10	0,08	0,80
CABLE THHN # 2 COBRE UL	M	45	3,28	147,60
CABLE THHN # 4 COBRE UL	M	15	2,20	33,00
CABLE THHN # 6 COBRE UL	M	15	1,50	22,50
TERMINALES COMPRESION OJO 2 CAÑA LARGA USA UL	U	6	0,58	3,48
TERMINALES COMPRESION OJO 4 CAÑA LARGA USA UL	U	2	0,85	1,70
TERMINALES COMPRESION OJO 6 CAÑA LARGA USA UL	U	2	0,74	1,48
TACO FISHER F-10	U	15	0,02	0,30
TORLILLO TIRAFONDO PARA F-10 x2"	U	15	0,02	0,30
HOJA DE SIERRA	U	1	1,35	1,35
CINTA AISLANTE 20 YARDAS	U	1	0,52	0,52
ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LBS.	1	0,62	0,62
9 PD-MT220 (3#1/0 N#2 T#4)	Mts	14,0		
TUBERIA EMT 2" FUJI-IDEAL	U	5	13,10	65,50
UNION EMT 2" USA UL	U	5	1,50	7,50
CODO EMT 2"	U	1	4,66	4,66
ABRAZADERA EMT 2"	U	10	0,05	0,50
CONECTOR EMT 2" USA UL	U	2	6,13	12,26
CABLE THHN # 1/0 COBRE UL	M	42	5,45	228,90
CABLE THHN # 2 COBRE UL	M	14	3,28	45,92
CABLE THHN # 4 COBRE UL	M	14	2,20	30,80
TERMINALES COMPRESION OJO 1/0 CAÑA LARGA USA UL	U	6	1,14	6,84
TERMINALES COMPRESION OJO 2 CAÑA LARGA USA UL	U	2	0,58	1,16
TERMINALES COMPRESION OJO 4 CAÑA LARGA USA UL	U	2	0,85	1,70
TACO FISHER F-10	U	10	0,02	0,20
TORLILLO TIRAFONDO PARA F-10 x2"	U	10	0,02	0,20

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	C. TOTAL	
				C. UNITARIO	MATERIAL
10	PD-SE220 (3#1/0 N2 T#4)	Mts	12,0		
	TUBERIA EMT 2" FUJI-IDEAL	U.	4	13,10	52,40
	UNION EMT 2" USA UL	U.	4	1,50	6,00
	CODO EMT 2"	U.	1	4,66	4,66
	ABRAZADERA EMT 2"	U.	8	0,05	0,40
	CONECTOR EMT 2" USA UL	U.	2	6,13	12,26
	CABLE THHN # 1/0 COBRE UL	M.	36	5,45	196,20
	CABLE THHN # 2 COBRE UL	M.	12	3,28	39,36
	CABLE THHN # 4 COBRE UL	M.	12	2,20	26,40
	TERMINALES COMPRESION OJO 1/0 CAÑA LARGA USA	U.	6	1,14	6,84
	TERMINALES COMPRESION OJO 2 CAÑA LARGA USA U	U.	2	0,58	1,16
	TERMINALES COMPRESION OJO 4 CAÑA LARGA USA U	U.	2	0,85	1,70
	TACO FISHER F-10	U.	10	0,02	0,20
	TORLILLO TIRAFONDO PARA F-10 x2"	U.	10	0,02	0,20
	CINTA AISLANTE 20 YARDAS	U.	1	0,52	0,52
	HOJA DE SIERRA	U.	1	1,35	1,35
	ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LBS.	1	0,62	0,62
11	TRAFO 208/277-440 (3#2/0 N#2 T#4)	Mts	6,0		
	TUBERIA RIGIDA 2" USA UL	U.	2	27,96	55,92
	UNION RIGIDA 2" USA UL	U.	2	2,46	4,92
	CODO RIGIDO 2" USA UL	U.	2	7,12	14,24
	ABRAZADERA CHANEL 2"	U.	5	1,25	6,25
	FUNDA SELLADA 2" USA UL	M.	2	10,77	21,54
	CONECTOR FUNDA SELLADA 2" USA UL	U.	2	6,13	12,26
	CABLE THHN # 2/0 COBRE UL	M.	18	6,75	121,50
	CABLE THHN # 2 COBRE UL	M.	6	3,28	19,68
	CABLE THHN # 4 COBRE UL	M.	6	2,20	13,20
	TERMINALES COMPRESION OJO 2/0 CAÑA LARGA USA	U.	6	2,78	16,68
	TERMINALES COMPRESION OJO 2 CAÑA LARGA USA U	U.	2	0,58	1,16
	TERMINALES COMPRESION OJO 4 CAÑA LARGA USA U	U.	2	0,85	1,70
	TACO FISHER F-10	U.	10	0,02	0,20
	TORLILLO TIRAFONDO PARA F-10 x2"	U.	10	0,02	0,20
	HOJA DE SIERRA	U.	1	1,35	1,35
	CHANEL 3 MTS.	U.	1	19,04	19,04
12	TD440 (3#2 N#4 T#6)	Mts	6,0		
	TUBERIA RIGIDA 1 1/2" USA UL	U.	6	21,24	127,44
	UNION RIGIDA 1 1/2" USA UL	U.	12	2,02	24,24
	CODO RIGIDO 1 1/2" USA UL	U.	60	5,60	336,00
	ABRAZADERA CHANEL 1 1/2"	U.	20	0,67	13,40
	FUNDA SELLADA 1 1/2" USA UL	M.	2	10,54	21,08
	CONECTOR FUNDA SELLADA 1 1/2" USA UL	U.	1	4,52	4,52
	CABLE THHN # 2 COBRE UL	M.	24	3,28	78,72
	CABLE THHN # 4 COBRE UL	M.	24	2,20	52,80
	CABLE THHN # 6 COBRE UL	M.	1	1,50	1,50
	TERMINALES COMPRESION OJO 2 CAÑA LARGA USA U	U.	1	0,58	0,58
	TERMINALES COMPRESION OJO 4 CAÑA LARGA USA U	U.	2	0,85	1,70
	TERMINALES COMPRESION OJO 6 CAÑA LARGA USA UL	U.	2	0,74	1,48
	TACO FISHER F-10	U.	2	0,02	0,04
	TORLILLO TIRAFONDO PARA F-10 x2"	U.	2	0,02	0,04
	HOJA DE SIERRA	U.	2	1,35	2,70
13	PDMT440 (3#2 N#4 T#6)	Mts	12,0		
	TUBERIA EMT 1 1/2" FUJI-IDEAL	U.	4	10,30	41,20
	UNION EMT 1 1/2" USA UL	U.	4	1,04	4,16
	ABRAZADERA EMT 1 1/2"	U.	8	0,12	0,96
	CONECTOR EMT 1 1/2" USA UL	U.	2	1,09	2,18
	CODO EMT 1 1/2"	U.	1	2,92	2,92
	CABLE THHN # 2 COBRE UL	M.	36	3,28	118,08

ITEM DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	C. TOTAL	
			C. UNITARIO MATERIAL	MATERIAL
CABLE THHN # 4 COBRE UL	M	12	2,20	26,40
CABLE THHN # 6 COBRE UL	M	12	1,50	18,00
TERMINALES COMPRESION OJO 2 CAÑA LARGA USA U	U.	6	0,58	3,48
TERMINALES COMPRESION OJO 4 CAÑA LARGA USA U	U.	2	0,85	1,70
TERMINALES COMPRESION OJO 6 CAÑA LARGA USA UI	U.	2	0,74	1,48
TACO FISHER F-10	U.	10	0,02	0,20
TORLILLO TIRAFONDO PARA F-10 x2"	U.	10	0,02	0,20
CINTA AISLANTE 20 YARDAS	U.	1	0,52	0,52
HOJA DE SIERRA	U.	1	1,35	1,35
ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LBS.	1	0,62	0,62
14 PDSE440 (3#2 N#4 T#6)	Mts	12,0		
TUBERIA EMT 1 1/2" FUJI-IDEAL	U	4	10,30	41,20
UNION EMT 1 1/2" USA UL	U	4	1,04	4,16
ABRAZADERA EMT 1 1/2"	U.	8	0,12	0,96
CONECTOR EMT 1 1/2" USA UL	U.	2	1,09	2,18
CODO EMT 1 1/2"	U.	1	2,92	2,92
CABLE THHN # 2 COBRE UL	M	36	3,28	118,08
CABLE THHN # 4 COBRE UL	M	12	2,20	26,40
CABLE THHN # 6 COBRE UL	M.	12	1,50	18,00
TERMINALES COMPRESION OJO 2 CAÑA LARGA USA U	U.	6	0,58	3,48
TERMINALES COMPRESION OJO 4 CAÑA LARGA USA U	U.	2	0,85	1,70
TERMINALES COMPRESION OJO 6 CAÑA LARGA USA UI	U.	2	0,74	1,48
TACO FISHER F-10	U.	10	0,02	0,20
TORLILLO TIRAFONDO PARA F-10 x2"	U.	10	0,02	0,20
CINTA AISLANTE 20 YARDAS	U.	1	0,52	0,52
HOJA DE SIERRA	U.	1	1,35	1,35
ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LBS.	1	0,62	0,62
TABLEROS				
15 TABLERO TD-G	Uni	1,0		1.750,00
Estructura metalica de plancha galvanizada 1/16" pintada con fondo anticorrosivo. y dos manos de pintura final secada al horno, barrasde cobre de 500 A. aisladores, etc contiene los sgtes. Breakers 1 breaker principal 3P-400A 2 breaker 3P-100A 1 breaker 3P-150A 1 breaker 3P-200A				
16 TD-440	Uni	1,0		215,00
Estructura metalica en plancha galvanizada 1/16" Contiene: 1 Breaker 3P-100A a 480V.				
17 PD-MT220	Uni	1,0		218,00
Contiene: Caja de paso galvanizada de 30x30x20cm 1 Breaker 3P-150A a 240V				

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	C. UNITARIO	C. TOTAL
				MATERIAL	MATERIAL
18	PD-SE220 Contiene: Caja de paso galvanizada de 30x30x20cm 1 Breaker 3P-150A a 240V	Uni	1,0		218,00
19	PD-MT440 Contiene: Caja de paso galvanizada de 30x30x20cm 1 Breaker 3P-100A a 480V.	Uni	1,0		215,00
20	PD-SE440 Contiene: Caja de paso galvanizada de 30x30x20cm 1 Breaker 3P-100A a 480V.	Uni	1,0		215,00
21	PANEL PD-LAB PANEL TRIFASICO 30 POLOS 208/120V UL DISYUNTOR 1P - 30AMP ENCHUFABLE 120V UL GRUES DISYUNTOR 2P - 30AMP ENCHUFABLE 208V UL GRUES DISYUNTOR 3P - 30AMP ENCHUFABLE 208V UL GRUES	Uni U. U. U.	1,0 1 28 8 3	 101,89 3,53 6,97 10,19	 101,89 98,84 55,76 30,57
22	PANEL PD-SC PANEL TRIFASICO 20 POLOS 208/120V UL DISYUNTOR 1P - 30AMP ENCHUFABLE 120V UL GRUES DISYUNTOR 2P - 30AMP ENCHUFABLE 208V UL GRUES DISYUNTOR 3P - 30AMP ENCHUFABLE 208V UL GRUES DISYUNTOR 3P - 40AMP ENCHUFABLE 208V UL GRUES	Uni U. U. U. U.	1,0 1 28 2 2 1	 89,00 3,53 6,97 10,19 10,19	 89,00 98,84 13,94 20,38 10,19
23	PANEL PD-OF PANEL TRIFASICO 20 POLOS 208/120V UL DISYUNTOR 1P - 30AMP ENCHUFABLE 120V UL GRUES DISYUNTOR 1P - 20AMP ENCHUFABLE 120V UL GRUES	Uni U. U. U.	1,0 1 6 6	 89,00 3,53 3,53	 89,00 21,18 21,18
24	TRANSFORMADOR TRANSFORMADOR 100KVA 13 8-208/120V. CONVENCION TRANSFORMADOR 50KVA 480-208/120V TIPO SECO	U. U.	1 1	3 620,00 2 071,00	3.620,00 2.071,00
25	ACOMETIDA A 13,8KV. TUBERIA RIGIDA 4" USA UL UNION RIGIDA 4" USA UL CODO RIGIDO 4" USA UL CAJA PORTAFUSIBLE 15 KV 200A. BASE SOCKET TRIFASICA CLASE 20 13 TERMINALES TIRA FUSIBLE 100A PUNTA TERMINAL EXTERIOR # 2 - 15kv USA UL PUNTA TERMINAL INTERIOR # 2 - 15kv USA UL CABLE # 2 - 15 KV COBRE PROCEDENCIA USA PARARRAYOS 10 kv REVERSIBLE 4" GRAPA DE LINEA VIVA 4-4/0	Mts. U. U. U. U. U. U. U. U. U. U. U. U. U. U.	20,0 7 2 2 3 1 3 3 3 70 3 1 3	 72,30 12,30 57,51 55,48 278,00 2,80 39,14 19,00 9,33 46,30 15,78 11,60	 506,10 24,60 115,02 166,44 278,00 8,40 117,42 57,00 653,10 138,90 15,78 34,80
26	MALLA DE TIERRA VARILLA COOPERWELD 5/8" x 8" SOLDADURA CADWELD 115 GR CABLE #2/0 Cu Desnudo	U. U. M.	12 15 30	11,00 5,30 6,45	132,00 79,50 193,50

TOTAL DE MATERIALES**18.171,51**

MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	C. UNITARIO M. OBRA	C. TOTAL M. OBRA
1	ALIMENTADOR SECUNDARIO DESDE TRAF0 100KVA a TD-G				
	2(3#500-N#4/0)- T#2/0	Mts.	10	6,524	65,24
	Parrilla metálica de 30cm.	Mts.	10	4,301	43,01
2	Alimentadores Electricos				
	TDG a PD-LAB				
	3#2 N#4 T#6	Mts.	12,0	1,260	15,12
	Tub 1 1/2"	Mts.	12,0	0,974	11,69
	TDG a PD-SC				
	3#2 N#4 T#6	Mts.	24,0	1,834	44,02
	Tub 1 1/2"	Mts.	24,0	1,299	31,18
	TDG a TD-MT220				
	3#1/0 N#2 T#4	Mts.	12,0	1,834	22,01
	Tub 2"	Mts.	12,0	2,733	32,79
	PD-SC a PD-OF				
	3#6 N#8 T#8	Mts.	20,0	0,840	16,80
	Tub 1 1/2"	Mts.	20,0	1,366	27,33
	TD-MT220 a PD-SE220				
	3#1/0 N#2 T#4	Mts.	9,0	0,980	8,82
	Tub 2"	Mts.	9,0	1,714	15,42
	TDG a TRAF0 50 KVA				
	3#2/0 N#2 T#4	Mts.	2,0	0,700	1,40
	Tub Rig. 2 1/2"	Mts.	2,0	1,030	2,06
	TRAF0 50 KVA a TD-480				
	3#2 N#4 T#6	Mts.	2,0	0,980	1,96
	Tub Rig 1 1/2"	Mts.	2,0	1,366	2,73
	TD-480 a TD-MT480				
	3#2 N#4 T#6	Mts.	10,0	0,986	9,86
	Tub Rig. 1 1/2"	Mts.	10,0	1,366	13,66
	TD-MT480 a PD-SE480				
	3#2 N#4 T#6	Mts.	9,0	0,700	6,30
	Tub 1 1/2"	Mts.	9,0	1,030	9,27
3	ALIMENTADORES CIRCUITOS DERIVADOS TOMACORRIENTES				
	OF-7 (2#10 T#12)	Mts.	10,20	1,042	10,62
	OF-8 (2#10 T#12)	Mts.	11,06	1,042	11,52
	OF-9 (2#10 T#12)	Mts.	17,75	1,042	18,49
	OF-10 (2#10 T#12)	Mts.	13,51	1,042	14,07
	OF-11 (2#10 T#12)	Mts.	14,98	1,042	15,60
	OF-12 (2#10 T#12)	Mts.	17,24	1,042	17,96
	SC-3 (2#10 T#12)	Mts.	8,63	1,042	8,99
	SC-4 (2#10 T#12)	Mts.	15,30	1,042	15,94
	SC-5 (2#10 T#12)	Mts.	17,67	1,042	18,41
	SC-6 (3#10 T#12)	Mts.	6,50	1,042	6,77
	SC-7 (2#10 T#12)	Mts.	6,50	1,042	6,77
	SC-8 (3#10 T#12)	Mts.	5,50	1,042	5,73
	SC-9 (2#10 T#12)	Mts.	5,50	1,042	5,73
	LAB-2 (2#10 T#12)	Mts.	15,00	1,042	15,62
	LAB-3 (2#10 T#12)	Mts.	8,00	1,042	8,33
	LAB-4 (2#10 T#12)	Mts.	8,00	1,042	8,33
	LAB-5 (2#10 T#12)	Mts.	8,00	1,042	8,33
	LAB-6 (2#10 T#12)	Mts.	2,00	1,042	2,08
	LAB-7 (2#10 T#12)	Mts.	2,00	1,042	2,08

MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	C. UNITARIO M. OBRA	C. TOTAL M. OBRA
1	ALIMENTADOR SECUNDARIO DESDE TRAF0 100KVA a TD-G				
	2(3#500-N#4/0)- T#2/0 Parrilla metálica de 30cm	Mts Mts	10 10	6.524 4.301	65.24 43.01
2	Alimentadores Electricos TDG a PD-LAB				
	3#2 N#4 T#6 Tub 1 1/2"	Mts Mts	12,0 12,0	1.260 0.974	15.12 11.69
	TDG a PD-SC				
	3#2 N#4 T#6 Tub 1 1/2"	Mts Mts	24,0 24,0	1.834 1.299	44.02 31.18
	TDG a TD-MT220				
	3#1/0 N#2 T#4 Tub 2"	Mts Mts	12,0 12,0	1.834 2.733	22.01 32.79
	PD-SC a PD-OF				
	3#6 N#8 T#8 Tub 1 1/2"	Mts Mts	20,0 20,0	0.840 1.366	16.80 27.33
	TD-MT220 a PD-SE220				
	3#1/0 N#2 T#4 Tub 2"	Mts Mts	9,0 9,0	0.980 1.714	8.82 15.42
	TDG a TRAF0 50 KVA				
	3#2/0 N#2 T#4 Tub Rig 2 1/2"	Mts Mts	2,0 2,0	0.700 1.030	1.40 2.06
	TRAF0 50 KVA a TD-480				
	3#2 N#4 T#6 Tub Rig 1 1/2"	Mts Mts	2,0 2,0	0.980 1.366	1.96 2.73
	TD-480 a TD-MT480				
	3#2 N#4 T#6 Tub Rig 1 1/2"	Mts Mts	10,0 10,0	0.986 1.366	9.86 13.66
	TD-MT480 a PD-SE480				
	3#2 N#4 T#6 Tub 1 1/2"	Mts Mts	9,0 9,0	0.700 1.030	6.30 9.27
3	ALIMENTADORES CIRCUITOS DERIVADOS TOMACORRIENTES				
	OF-7 (2#10 T#12)	Mts	10.20	1.042	10.62
	OF-8 (2#10 T#12)	Mts	11.06	1.042	11.52
	OF-9 (2#10 T#12)	Mts	17.75	1.042	18.49
	OF-10 (2#10 T#12)	Mts	13.51	1.042	14.07
	OF-11 (2#10 T#12)	Mts	14.98	1.042	15.60
	OF-12 (2#10 T#12)	Mts	17.24	1.042	17.96
	SC-3 (2#10 T#12)	Mts	8.63	1.042	8.99
	SC-4 (2#10 T#12)	Mts	15.30	1.042	15.94
	SC-5 (2#10 T#12)	Mts	17.67	1.042	18.41
	SC-6 (3#10 T#12)	Mts	6.50	1.042	6.77
	SC-7 (2#10 T#12)	Mts	6.50	1.042	6.77
	SC-8 (3#10 T#12)	Mts	5.50	1.042	5.73
	SC-9 (2#10 T#12)	Mts	5.50	1.042	5.73
	LAB-2 (2#10 T#12)	Mts	15.00	1.042	15.62
	LAB-3 (2#10 T#12)	Mts	8.00	1.042	8.33
	LAB-4 (2#10 T#12)	Mts	8.00	1.042	8.33
	LAB-5 (2#10 T#12)	Mts	8.00	1.042	8.33
	LAB-6 (2#10 T#12)	Mts	2.00	1.042	2.08
	LAB-7 (2#10 T#12)	Mts	2.00	1.042	2.08

LAB-8 (2#10 T#12)	Mts.	8,00	1,042	8,33
LAB-9 (2#10 T#12)	Mts.	8,00	1,042	8,33
LAB-10 (2#10 T#12)	Mts.	10,50	1,042	10,94
LAB-11 (2#10 T#12)	Mts.	17,00	1,042	17,71
LAB-12 (2#10 T#12)	Mts.	17,00	1,042	17,71
LAB-13 (2#10 T#12)	Mts.	17,00	1,042	17,71
ALUMBRADO				
OF-1 (2#12)	Mts.	19,72	0,896	17,67
OF-2 (2#12)	Mts.	3,15	0,896	2,82
OF-3 (2#12)	Mts.	13,63	0,896	12,21
OF-4 (2#12)	Mts.	12,73	0,896	11,41
OF-5 (2#12)	Mts.	23,53	0,896	21,08
OF-6 (2#12)	Mts.	24,14	0,896	21,63
SC-1 (2#10 T#12)	Mts.	9,92	0,896	8,89
SC-2 (2#12)	Mts.	17,55	0,896	15,72
LAB-1 (2#10 T#12)	Mts.	27,38	1,042	28,52
LAB-14 (2#12)	Mts.	11,98	0,896	10,73
				150,69
4 CIRCUITOS DERIVADOS				
Punto de alumbrado 120 V.	Uni	32,00	8,95	286,36
Punto de alumbrado 220 V.	Uni	7,00	10,25	71,75
Punto de Tomacorrientes 120 V. Polarizado	Uni	50,00	8,95	447,44
Punto de Tomacorrientes 220 V. Polarizado	Uni	16,00	10,32	165,04
Punto de Tomacorrientes Trifásico	Uni	2,00	15,60	31,20
Picada de paredes	Mts	300,00	1,79	537,60
5 SISTEMA TELEFONICO				
Puntos de Voz y Datos	Uni	5,00	10,32	51,58
Instalacion de tubena 3/4"	Mts	40,00	0,48	19,26
6 TABLEROS				
TABLERO TD-G	Uni	1,0	587,54	587,54
TABLERO TD-480	Uni	1,0	396,96	396,96
TABLERO TD-MT220	Uni	1,0	548,28	548,28
TABLERO TD-MT480	Uni	1,0	548,28	548,28
7 PANELES DE DISTRIBUCION ELECTRICA				
PANEL PD-LAB	Uni	1,00	67,70	67,70
PANEL PD-SC	Uni	1,00	67,70	67,70
PANEL PD-OF	Uni	1,00	67,70	67,70
PANEL PD-SE220	Uni	1,00	67,70	67,70
PANEL PD-SE480	Uni	1,00	67,70	67,70
8 MALLA DE TIERRA	Uni	1,00	112,00	112,00
			SUBTOTAL	5.105,99
CIB -ESPOL				
TOTAL MATERIALES				18.171,51
TOTAL MANO DE OBRA				5.105,99
DIRECCION TECNICA Y COSTOS INDIRECTOS				3.491,62
SUBTOTAL				26.769,12
IVA				3.212,29
TOTAL OBRA ELECTRICA				\$ 29.981,42




EQUIPOS Y MATERIALES PARA ADQUIRIR

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR
DH21 Máquina Dynamometrica, 270 HP, 5500 RPM	1	10.395,00
Mesa de soporte al motor anivibración 5500 rpm	1	2.600,00
Kit acople freno - motor	1	1.260,00
Kit de calibración	2	1.250,00
Rebobinadora	1	60.000,00
DR12	1	34.000,00
Puente grua de 2 tons	1	70.616,00
Equipos de computación	3	4.500,00
Analizador Trifásico Marca FLUKE Modelo 434	1	13.146,00
Cámara Termográfica Marca FLUKE Modelo Ti-20	1	9.093,00
Megger Marca FLUKE Modelo 1550B hasta 5000V	1	4.190,00
Termómetro Infrarrojo Marca FLUKE Modelo 561	4	756,00
Muebles de oficina		40.000,00
TOTAL		251.806,00

RESUMEN GENERAL

Obra civil del laboratorio.	65.941,366
Obra Eléctrica.	29.981,42
Equipos y materiales para adquirir.	251.806,00
TOTAL	\$ 347.728,79

BIBLIOGRAFIA.

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrevista con Ing. Hernández A. 	<p>Supervisor del taller de electricidad de ASTINAVE.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ N.A.T.S.I.M. 	<p>Normas de la Empresa Eléctrica (CATEG) Ecuador. Impreso en Ecuador.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Normas de Electricidad Alta y Baja tensión. 	<p>Normas de Electricidad Alta y Baja tensión. Editorial Lexnova, Impreso en Chile.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fernández Cabanas Manés. 	<p>Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas.</p> <p>Editorial Marcombo S.A., Impreso en España.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chapman Stephen J. 	<p>Máquinas Eléctricas.</p> <p>Editorial Mc Graw Hill, Impreso en Colombia.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diaz Pablo <div style="text-align: center;">  <p>CIB -ESPOL</p> </div>	<p>Soluciones Prácticas para la puesta a tierra de sistemas eléctricos de distribución.</p> <p>Editorial Mc Graw Hill, Impreso en Mexico.</p>

<ul style="list-style-type: none"> ▪ NEC. 	<p>National Electric Code 2005. Editorial Delmar Thomson Learning, Impreso en Mexico.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revista Construcción y Desarrollo. 	<p>Construcción y Desarrollo, Agosto 2007. Editorial Carbajal, Impreso en Ecuador.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ INECEL. 	<p>Guía de diseño. Impreso en Ecuador.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guía General para Combatir Incendio A Bordo de las Unidades de Superficie. 	<p>Editado por la Escuadra Naval. 2006. 110 páginas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manual de Primeros Auxilios. 	<p>Editado por la Dirección de Sanidad de la Armada. 2005. 182 páginas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingeniería Económica. 	<p>Thuesen, G. J. Editorial Prentice Hall, 1993. 601 páginas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revista "GENUINE AMPROBE" 2006. 	<p>The Meters Professional Use.</p>

▪ Revista "Extrech Instruments"	General Catalog 35.
▪ Larroulet Cristian.	Economía. Editorial Mc Graw Hill, Impreso en España.
▪ Formulación y Evaluación de Proyectos.	MARISCAL Cristóbal Economía. Editado por el Centro de Difusión y Publicaciones de la ESPOL. 2004. 104 páginas. Disponible en CD. Interactivo.

NORMAS:

Norma IRAM 2125	Motores Eléctricos De Inducción Polifásicos.
Norma IEC 34-02	Determinación de las características-Método de ensayo.
Norma IEC 34-14	Vibración mecánica.
Norma NTE INEN	Señales y símbolos de seguridad.

PAGINAS WEB:

www.cconstrucion.net	www.frscfco.utn.edu.ar/cideme.supmenu.htm
www.siemens.com	www.electroindustria.com
http://esc-edif.org/htmlmasinfo/electricas.pdf	www.medicblog.wordpress.com/resistencia-eléctrica-del-cuerpo-humano-y-algo-de-biofísica-eléctrica



A.F. 142719

