**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**
**VICERRECTORADO ACADÉMICO**
**DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO**
**ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN**
**POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE ACHIQUE Y SUMIDERO DE LA CASA DE MÁQUINAS II DE LA PLANTA GURI

Presentado por:

**EVELYN IRENE VALLENILLA URICH**

Para optar al Título de:

**ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS**

Asesor:

**ARQ. YAIKIRA MARÍA RIVAS REBOLLEDO**

**CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2006**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**
**DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO**
**ESPECIALIDAD EN GERENCIA DE PROYECTOS**
**EXTENSIÓN GUAYANA**

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE ACHIQUE Y SUMIDERO DE LA CASA DE MÁQUINAS II DE LA PLANTA GURI

**Autor: Ing. Evelyn Irene Vallenilla Urich**
**Asesor: Arq. Yaikira María Rivas Rebolledo**
**Año: 2006**

## RESUMEN DE LA PROPUESTA

El presente proyecto presenta un estudio de factibilidad para la mejora del sistema de achique y sumidero de la Casa de Máquinas II de la Planta Guri (CMG-2). El trabajo se inscribe en la modalidad de proyecto factible, ya que pretende generar un estudio de factibilidad, mostrando las opciones de mejora que pueden implementarse en el sistema de achique y sumidero de CMG-2. El proyecto se realizó en tres fases: a) Una fase diagnóstica apoyada en una investigación documental sobre el diseño concebido originalmente y la forma de operación actual de los diferentes componentes de los sistemas de bombeo de sumidero y achique las unidades de la casa de máquinas II de la Planta Guri; b) la etapa de evaluación de las diferentes opciones de desarrollo posibles, según la ubicación y características del sistema y aspectos constructivos asociados y c) la etapa de presentación de los resultados del estudio, cuyos resultados presentaron la factibilidad desde el punto de vista técnico (Factibilidad física e hidráulica).

Se realizó una evaluación y diagnóstico del sistema de achique y sumidero de CMG-2, concluyendo en acciones de mejoras con la premisa de no comprometer la capacidad de producción y/o calidad de servicio eléctrico de Edelca. Entre las acciones de mejora están: reubicación de la alimentación de algunas bombas, sustitución de luminarias por otras de mayor eficiencia, actualización de tecnología existente etc.

## DESCRIPTORES

Factibilidad - Gerencia - Proyectos - Achique - Sumidero

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN DE LA PROPUESTA..... II
ÍNDICE GENERAL..... III
LISTA DE FIGURAS Y TABLAS..... IX
INTRODUCCIÓN..... 1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA..... 2
I.1. Planteamiento del Problema..... 2
I.2. Justificación de la Investigación..... 4
I.3. Objetivos de la Investigación..... 6
I.3.1. Objetivo General..... 6
I.3.2. Objetivos Específicos..... 6
I.4. Alcance ..... 7
I.5. Factibilidad o limitaciones..... 7
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO..... 8
II.1. Tipo de Investigación..... 8
II.2. Diseño de la Investigación..... 9
II.2.1. Estudio Metodológico..... 10
II.2.2. Unidad de Análisis..... 11
II.3. Población y muestra..... 11
II.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos..... 12
II.4.1 Observación Directa..... 12
II.4.2 Instrumentos para la Recolección de Datos..... 13
II.4.2.1 Fichas de Trabajo..... 13
II.4.2.2 Revisión documental..... 14
II.5. Técnicas de Análisis de Datos..... 14
II.6. Operacionalización de los Objetivos..... 15
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO ..... 16
III.1. Antecedentes de la Investigación..... 16

III.2. Bases Teóricas..... 17
III.2.1. Gerencia de Proyectos..... 17
III.2.2. Evaluación de Proyectos..... 17
III.2.3. Estudio de Factibilidad..... 18
III.3. Marco Conceptual..... 19
III.3.1. Bombas..... 19
III.3.2 Válvulas..... 26
III.3.2.1. Válvula de control..... 26
III.3.2.1.1. Partes de la válvula de control..... 27
III.3.2.2. Categorías de válvulas..... 28
III.3.3. Mantenimiento..... 28
III.3.3.1. Mantenimiento Preventivo..... 28
III.3.3.2. Mantenimiento Predictivo..... 29
III.3.3.3. Mantenimiento Correctivo..... 30
III.3.3.4. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad..... 31
III.3.3.5. Planificación del Mantenimiento..... 32
III.3.3.6. Planeación del Mantenimiento ..... 32
III.3.3.7. Plan de Mantenimiento..... 33
III.3.3.8. Indicadores de Mantenimiento..... 33
III.3.4. Costos..... 34
III.3.4.1. Costos Predeterminados..... 34
III.3.4.2. Costos Variables o Directos..... 35
III.3.4.3. Costos Fijos o Periódicos..... 36
III.3.4.4. Costos Semivariables ..... 37
III.3.5. Estimación Durante la Planificación..... 39
III.3.5.1. Estimación Preliminar de Ingeniería..... 39
III.3.5.2. Estimación Detallada en Ingeniería..... 40
III.3.5.3. Estimación en la Fase de Construcción ..... 41
III.3.6. Reemplazo..... 41

III.3.6.1. Importancia del reemplazo de equipos para empresas de producción..... 43
III.3.6.2. Causas del reemplazo..... 44
III.4. Consideraciones Éticas..... 45
III.4.1. Comportamiento Profesional..... 46
CAPITULO IV: MARCO ORGANIZACIONAL..... 47
IV.1. Antecedentes de CVG EDELCA..... 47
IV.2. Realidad actual..... 47
IV.3. Fines..... 48
IV.4. Misión ..... 49
IV.5. Valores..... 49
IV.6. Visión..... 50
IV.7. Estructura Organizativa..... 51
IV.8. Descripción de la Cultura Organizacional..... 51
IV.9. La Planificación en CVG EDELCA..... 52
IV.10. Plan de Mediano Plazo..... 53
IV.11. Destino Estratégico..... 54
IV.12. Estrategia Corporativa..... 55
IV.13. Estrategia de Diversificación..... 55
IV.14. Estrategia Competitiva..... 56
IV.15. Estrategia Funcional..... 56
CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL PROYECTO..... 59
V.1. Consideraciones..... 59
V.1.1. Aspectos Generales..... 59
V.1.2. Descripción General del Sistema Achique y Sumidero de CMG-2 de acuerdo al diseño concebido originalmente y la forma de operación actual de los diferentes componentes de los sistemas de bombeo de sumidero y achique de las unidades de CMG-2..... 61
V.2. Evaluación de las diferentes opciones de desarrollo posibles, según la ubicación y características del sistema y aspectos constructivos asociados. 65

V.2.1. Sistema Eléctrico..... 65
V.2.1.1. Aspectos Generales..... 65
V.2.1.2. Alcance..... 66
V.2.1.3. Documentos de Referencia..... 67
V.2.1.4. Opciones Evaluadas..... 68
V.2.1.4.1. Bombas de Sumidero..... 68
V.2.1.4.2. Iluminación y Tomacorrientes..... 71
V.2.1.4.3. Ventilación forzada..... 72
V.2.1.5. Resultados..... 72
V.2.2. Sistema de Instrumentación..... 73
V.2.2.1. Aspectos Generales..... 73
V.2.2.2. Alcance..... 74
V.2.2.3. Documentos de Referencia..... 74
V.2.3. Sistema Mecánico..... 75
V.2.3.1. Aspectos Generales..... 75
V.2.3.2. Alcance..... 76
V.2.3.3. Documentos de Referencia..... 76
V.2.3.4. Opciones Evaluadas..... 77
V.2.3.4.1. Cambio de las válvulas con su actuador de Interconexión Sistemas de Achique y Sumidero..... 77
V.2.3.4.2. Reubicación de aportes de agua a los pozos..... 78
V.2.3.4.3. Mejoras al Sistema de Ventilación..... 79
V.2.3.5. Resultados..... 83
V.2.4. Resumen de Resultados..... 83
V.3. Desarrollo de las opciones seleccionadas para la mejora del Sistema de Achique y Sumidero de CMG-2..... 84
V.3.1. Sistema Eléctrico..... 84
V.3.1.1. Alcance..... 84
V.3.1.2. Memoria Descriptiva..... 85

V.3.1.2.1. Suministro Eléctrico de las Bombas de Sumidero y Achique ..... 85
V.3.1.2.2. Sistema de Iluminación..... 89
V.3.2. Sistema de Instrumentación..... 89
V.3.2.1. Alcance..... 89
V.3.2.2. Memoria Descriptiva..... 91
V.3.2.2.1. Modernización y Reemplazo de los Instrumentos Ubicados en el Pozo Sumidero de Casa de Máquinas II..... 91
V.3.2.2.2. Sistema de Accionamiento Neumático de las Válvulas de Control de las Bombas de Achique ubicadas en Casa de Máquinas II94
V.3.3. Sistema Mecánico..... 96
V.3.3.1. Alcance..... 96
V.3.3.2. Memoria Descriptiva..... 96
V.3.3.2.1. Mejoras en la succión de bombas sumidero y cambio de las válvulas con su actuador..... 97
V.3.3.2.2. Ventilación del pozo sumidero..... 97
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 100
VI.1. Conclusiones..... 100
VI.2. Recomendaciones..... 101
BIBLIOGRAFÍA..... 103
ANEXOS..... 105
ANEXO 1..... 106
Diagrama Unifilar. Esquema de alimentación de las bombas de achique y sumidero (Opción 1)..... 106
ANEXO 2..... 108
Diagrama Unifilar. Esquema de alimentación de las bombas de achique y sumidero (Opción 2)..... 108
ANEXO 3..... 110
Diagrama Unifilar. Esquema de alimentación de las bombas de achique y sumidero (Opción 3 - RECOMENDADA)..... 110

ANEXO 4..... 112
Plano de disposición de equipos eléctricos (Adición de nuevo tablero)..... 112
ANEXO 5..... 114
Diagrama unifilar de tableros CADS-1D y CADS-2D..... 114
ANEXO 6..... 116
Plano de ubicación de instrumentos..... 116

# LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

## FIGURAS

Figura 1. Estructura Metodológica ..... 11
Figura 2. Estructura Organizativa de CVG EDELCA..... 51
Figura 3. La Planificación en CVG EDELCA..... 53
Figura 4. Destino Estratégico de CVG EDELCA..... 54
Figura 5. Esquema ilustrativo de la estrategia de diversificación de CVG EDELCA..... 55
Figura 6. Estrategia competitiva corporativa de CVG EDELCA..... 56
Figura 7. Esquema del sistema de achique y sumidero Casa de Máquinas II - Central Hidroeléctrica “Simón Bolívar”..... 64
Figura 8. Esquema General de control a través de válvulas solenoides e interruptores de posición del Sistema de Achique..... 94

## TABLAS

Tabla 1. Características de las bombas del sistema de achique y sumidero de CMG-2..... 65
Tabla 2. Alimentación de las bombas del sistema de achique y sumidero de CMG-2..... 66
Tabla 3. Cuadro comparativo de ventajas y desventajas del sistema de Ventilación Forzada..... 82
Tabla 4. Cuadro comparativo de ventajas y desventajas del sistema de Suministro de Aire Comprimido..... 82
Tabla 5a. Válvulas a ser Reemplazadas/Inspeccionadas en el Pozo Sumidero de CMG-2..... 92
Tabla 5b. Válvulas a ser Reemplazadas/Inspeccionadas en el Pozo Sumidero de CMG-2..... 93
Tabla 6. Válvulas de Repuesto..... 93

# INTRODUCCIÓN

CVG Electrificación del Caroní, C.A. (CVG EDELCA) está desarrollando un plan integral general que consolida la rehabilitación y acondicionamiento del equipamiento mayor de producción y transporte de energía de la Planta Guri, cuyo objetivo fundamental consiste en establecer el estado actual de la infraestructura, equipos y sistemas de planta a fin de realizar las mejoras, reemplazos y demás trabajos necesarios para consolidar en el mediano plazo una Planta Guri renovada, en los aspectos eléctrico, mecánico, civil, tecnológico y ambiental; a objeto de que siga cumpliendo su rol estratégico y esté adaptada al escenario de competencia y libre acceso previsto con la reestructuración del sector eléctrico.

El presente estudio tiene como finalidad elaborar un estudio de factibilidad para el acondicionamiento y/o remodelación de sistema de achique y sumidero de la Casa de Máquinas II de la Planta Guri (CMG-2), con la propósito de colocarlo en condiciones óptimas de operación y mantenimiento, tomando en consideración que dicho sistema se encuentra en operación comercial y que es considerado crítico para el buen funcionamiento de la planta.

El estudio está aplicado al área de conocimiento de la “Gerencia de Proyectos”, enmarcado dentro una investigación aplicada de tipo “Investigación de Campo y Evaluativo”, la cual tiene como propósito desarrollar un estudio de factibilidad técnica, donde se identifiquen, describan y analicen, diferentes aspectos del proyecto de mejora del sistema de achique y sumidero de CMG-2.

# CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

## I.1. Planteamiento del Problema

La Planta Guri cumple un rol estratégico en el sistema eléctrico nacional, como ente que dispone de la capacidad de generación para suministrar más del 50% de la electricidad que consume el país. CVG EDELCA, a través de la Dirección de Producción, desarrolla el proyecto para consolidar la modernización del equipamiento mayor de producción y transporte de energía de la Planta Guri, cuyo objetivo fundamental consiste en establecer el estado actual de los sistemas para la determinar las mejoras y los reemplazos de equipos y entrenar los recursos necesarios para consolidar en el mediano plazo una Planta Guri renovada, en los aspectos eléctrico, mecánico, civil, tecnológico y ambiental; a objeto de que siga cumpliendo su rol estratégico y esté adaptada al escenario de competencia y libre acceso previsto en la reestructuración del sector eléctrico.

El alcance general de dicho proyecto incluye estudios, proyectos de mejoras, acondicionamientos, rehabilitaciones, reemplazos y modernización de sistemas y procesos, en aspectos de automatización, sistemas auxiliares críticos, turbinas, generadores, tomas de agua e infraestructura industrial de mantenimiento y residencial; cuya ejecución prevé un escenario de planificación y ejecución continúo y complejo en relación con el impacto en la operación y disponibilidad de la Planta y su propia organización, con el objetivo de maximizar la disponibilidad de producción cada una de las grandes tareas que implican indisponer capacidad de producción por largos períodos, por ejemplo las rehabilitaciones de turbinas, deben ser planificadas previo un estudio de

valores mínimos de reserva requeridos para garantizar el rol de Guri en el sistema eléctrico.

El escenario esperado considera que la ejecución del proyecto es cada vez más dinámico y en función de posibles variaciones de alcance, lo que implica una revisión constante de los escenarios, no solo en relación con las especificaciones e ingeniería previstas en la fase inicial del proyecto, sino también con la gestión de mantenimiento y la propia condición de los equipos y la infraestructura civil en general.

El 18-08-2000 entre las 14:15 horas y las 14:37 horas, se produjo la pérdida secuencial de un total de 2800 MW de generación en el Sistema de EDELCA, debido a un desperfecto en el sistema de achicamiento del pozo sumidero de la CMG-2 de la Central Hidroeléctrica Guri: una de las dos bombas de sumidero existentes estaba fuera de servicio, la segunda bomba falló durante la operación y la válvula que permite el arranque de las cinco bombas de achique para desalojar el agua de sumidero, también falló. Estos eventos impidieron totalmente el funcionamiento del sistema, ocasionando una falla mayor en la generación eléctrica de la planta.

Como consecuencia de esta pérdida de generación, se produjo un desbalance entre la demanda total del sistema y la generación que permaneció en servicio, lo cual originó la desconexión automática de cargas en todo el sistema interconectado y la separación de las áreas de la Electricidad de Caracas y de ENELVEN en Maracaibo, generando un racionamiento de 3440 MW equivalente a 32% de la demanda del Sistema Interconectado Nacional para ese momento.

CVG EDELCA, a raíz de la ocurrencia de este evento de falla en las dos bombas del sistema de pozo sumidero y en la válvula del sistema de achique de respaldo, que afectaron la generación de electricidad en la Planta Guri, requiere realizar un estudio de factibilidad para la mejora del sistema de achique y sumidero de la CMG-2 que abarque el análisis desde el punto de vista físico e hidráulico, y que incluya el estudio de todos los equipos auxiliares relacionados con el sistema de sumidero y achique evaluando el impacto en las obras mecánicas, eléctricas y de control, así como en la confiabilidad integral del sistema.

## I.2. Justificación de la Investigación

CVG EDELCA dentro de sus actividades de mejoramiento continúo, desarrolla proyectos de modernización en las instalaciones de su sistema eléctrico que incluyen actualizaciones de los aspectos funcionales y tecnológicos con el propósito esencial de mantener la confiabilidad del sistema y garantizar la calidad del servicio prestado. Esta afirmación viene acorde con la tendencia actual en que el interés de las gerencias por la seguridad del equipo se ha expresado a través del énfasis en el mantenimiento y modernización de sus equipos operativos. En tal sentido se ha planteado el interés de realizar un estudio de factibilidad para la mejora del sistema de achique y sumidero de CMG-2, dentro del marco del Proyecto de Modernización de la Planta Guri.

Desde la puesta en servicio de la Planta Guri, muchas cosas han cambiado en la tecnología, cuyos equipos tienen entre 20 y 30 años en operación. Así, el uso de materiales de mayor calidad y mejores procesos de fabricación de válvulas, interruptores, motores, etc.; la introducción de tecnología digital en los procesos de medición, instrumentación y control; las mejoras en el equipamiento eléctrico y un sin número de avances tecnológicos en todas las áreas, colocan a la

planta en condiciones de obsolescencia, con el consiguiente impacto en su operación y mantenimiento.

Esta situación afecta la disponibilidad, confiabilidad y capacidad de la planta para producir energía eléctrica en condiciones de eficiencia, rentabilidad y permanencia en el largo plazo, poniendo en peligro el rol estratégico de CVG EDELCA como principal productor de energía eléctrica del país.

Entre los problemas técnicos que vienen presentando los equipos del sistema de achique y sumidero de CMG-2 destaca la inundación del pozo sumidero de CMG-2 en fecha 18-08-2000, como consecuencia de la falla de la bomba N° 1 del sumidero y la no operación de las bombas de achicamiento de las Unidades en su función de respaldo a causa de una falla en la válvula de comunicación (EU-1). Dichas fallas condujeron a la pérdida de drenaje de las fugas de las Turbinas ya la salida de servicio de los Generadores N° 11, 12, 13, 16, 17, 18 y 20 por exceso de nivel de agua en la cubierta superior y presencia de agua en el cojinete guía de la Turbina.

Los problemas técnicos han incrementado considerablemente la frecuencia de las reparaciones de las válvulas y equipos de control, lo que incide negativamente en la disponibilidad de los equipos.

Ante la situación anteriormente planteada, se presenta la necesidad de evaluar las condiciones de operación del sistema de achique y sumidero de CMG-2, a fin de determinar las mejoras que deban efectuarse con miras a evitar una posible disminución de su capacidad y emprender un proyecto de modernización que si bien implica importantes inversiones, aseguraría la capacidad de producción y/o calidad de servicio eléctrico de Edelca.

El análisis de los aspectos generales que contribuyen en la toma de decisiones referente a la ejecución o no del proyecto, aparece entonces como un factor que amerita una revisión de los aspectos operativos asociados con funciones tales como: mantenibilidad, confiabilidad, disponibilidad, etc.; así como otros factores de índole económico tales como: vida económica, vida útil, costos de oportunidad, obsolescencia, etc.; que en términos generales permitirían garantizar a los clientes de CVG EDELCA, la calidad del servicios prestado dentro de condiciones de seguridad, calidad y oportunidad.

## I.3. Objetivos de la Investigación

### I.3.1. Objetivo General

Realizar un estudio de factibilidad técnica para la mejora del sistema de achique y sumidero de la Casa de Máquinas II de Planta Guri, con la finalidad de no comprometer la capacidad de producción y/o calidad de servicio eléctrico de Edelca.

### I.3.2. Objetivos Específicos

- Estudiar el diseño concebido originalmente y la forma de operación actual de los diferentes componentes de los sistemas de bombeo de sumidero y achique de las unidades de CMG-2.

- Evaluar las diferentes opciones de desarrollo posibles, según la ubicación y características del sistema y aspectos constructivos asociados, para la instalación de una unidad de bombeo adicional en el pozo de sumidero de CMG-2.

## I.4. Alcance

Realizar una evaluación y levantamiento de la información necesaria, incluyendo estudios sobre la operación actual del sistema de achique y sumidero de CMG-2, con el fin de desarrollar un estudio de factibilidad para el proyecto de modernización del mismo, que permita evaluar desde el punto de vista técnico dicho proyecto.

El proyecto se realizó en tres fases: a) Una fase diagnóstica apoyada en una investigación documental sobre el diseño concebido originalmente y la forma de operación actual de los diferentes componentes de los sistemas de bombeo de sumidero y achique las unidades de CMG-2; b) la etapa de evaluación de las diferentes opciones de desarrollo posibles, según la ubicación y características del sistema y aspectos constructivos asociados y c) la etapa de presentación de los resultados del estudio, cuyos resultados presentarán la factibilidad desde el punto de vista técnico (Factibilidad física e hidráulica).

## I.5. Factibilidad o limitaciones

Para la realización del presente estudio se cuenta con un registro documental donde se sustentan todos los sucesos ocurridos y las especificaciones técnicas más relevantes, además de contar con la colaboración de un grupo multidisciplinario de profesionales avocados a la solución del problema.

El proyecto de mejora del sistema de achique y sumidero de CMG-2, podría generar ahorros potenciales que pudiesen alcanzarse por la mejora esperada en la disponibilidad de los equipos asociados de acuerdo a los objetivos planteados dentro del plan de modernización de la planta, así como con el eventual incremento de la eficiencia de los mismos.

# CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

## II.1. Tipo de Investigación

Según el Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestrías y Tesis Doctorales de la UPEL (1998) un proyecto factible se entiende por:

> "Investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo, viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales, como puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o ambas modalidades." (p.7)

De acuerdo con la clasificación antes presentada, esta investigación, se enmarcó en la modalidad de proyecto factible, ya que tiene como propósito desarrollar un estudio de factibilidad técnica, donde se identifican, describen y analizan cuantitativamente y cualitativamente, diferentes aspectos del proyecto de mejora del sistema de achique y sumidero de CMG-2.

El estudio desarrollado estuvo aplicado al área de conocimiento de la "Gerencia de Proyectos", enmarcado dentro una investigación del tipo "Investigación de Campo y Evaluativo" (Yáber y Valarino, 2003: 7), el cual tuvo como propósito desarrollar un estudio de factibilidad técnica, donde se identifican, describen y analizan cuantitativamente y cualitativamente, diferentes aspectos del proyecto de mejora del sistema de achique y sumidero de CMG-2.

## II.2. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación propiamente dicho es la guía que sigue el investigador para lograr los resultados esperados. En este caso se sigue un diseño de investigación de campo no experimental transeccional descriptiva, según la UPEL (1998) (op. cit.) se entiende por investigación de campo:

> "El análisis sistemático de problemas con el propósito de describirlos, explicar sus causas y efectos, entender su naturaleza y factores o predecir su ocurrencia. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad". (p.5).

Se clasifica el diseño de la investigación como no experimental, ya que los datos se obtienen de la observación y medición sin influir en ninguna de sus variables, es decir, viendo los fenómenos tal cual como suceden y describirlos en su condición natural.

En cuanto a la investigación transeccional Hernández, Fernández y Batista (2004) explican que es aquella que:

> "tiene como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o mas variables, en un solo momento, en un tiempo único". (p. 272).

En cuanto al carácter descriptivo de una investigación, Ary, Jacobs y Razavieh (1993) explican que:

> "Los estudios de esta índole tratan de obtener información acerca del estado actual de los fenómenos. Con ello se pretende precisar la naturaleza de una situación tal como existe en el momento del estudio. El objetivo consiste en describir lo que existe con respecto a las variaciones o a las condiciones de una situación". (p. 308).

Este estudio es de carácter descriptivo porque permitió describir, analizar e interpretar los procedimientos técnicos del sistema de achique y sumidero de CMG-2 y es evaluativo porque su finalidad es determinar el estado actual de dicho sistema, diagnosticar los problemas que lo afecta, a fin de establecer las condiciones en la cual se encuentra y el perfil que se debe tener para lograr un alto rendimiento del sistema.

Durante el desarrollo del estudio de factibilidad del proyecto de mejora del sistema de achique y sumidero de CMG-2, se contó con la participación de personal de CVG EDELCA de las áreas de Control de Gestión del Proyecto de Modernización de la Planta Guri, Planificación Corporativa, Despacho de Carga y Departamento de Mantenimiento Eléctrico y Mecánico de Planta Guri.

### II.2.1. Estudio Metodológico

En este estudio se siguió el modelo metodológico siguiente:

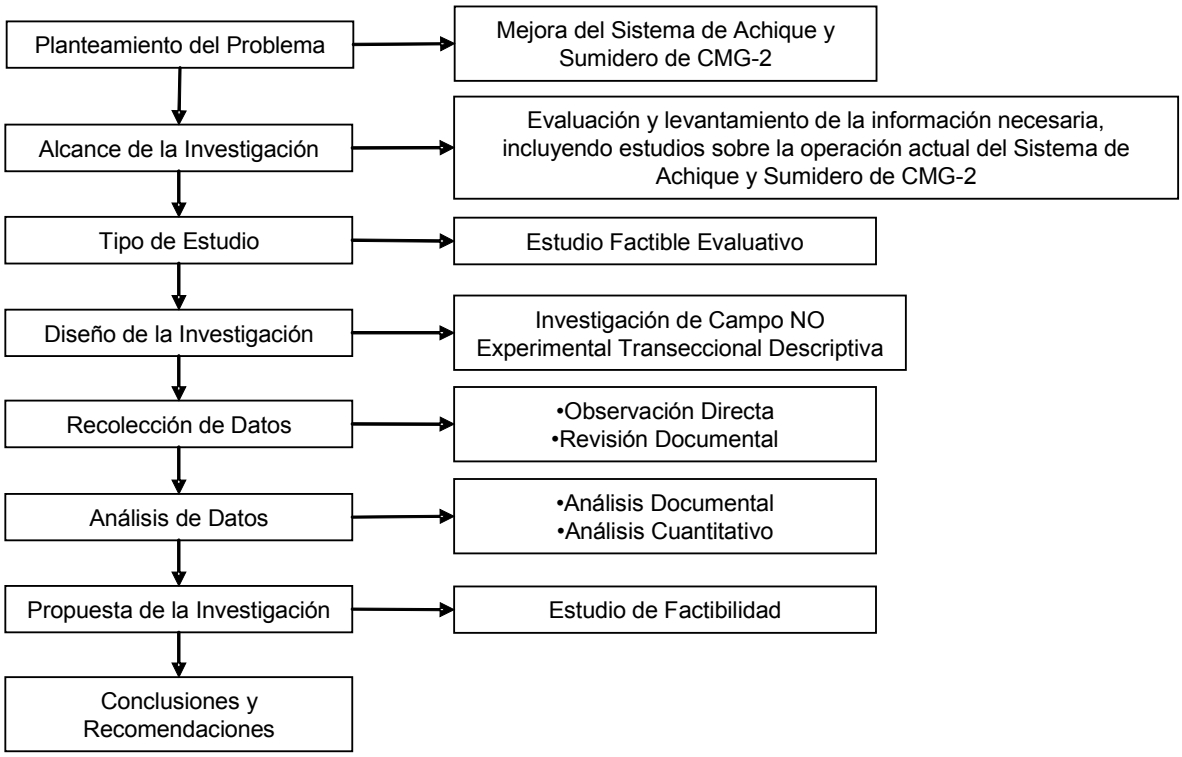



**Figura 1. Estructura Metodológica**
Diseño: La investigadora (2006)

### II.2.2. Unidad de Análisis

Hernández, Fernández y Batista (1.998) definen unidad de análisis " aquella que se examina; es decir, en la que se busca la información, su naturaleza depende de los objetivos de estudio" (p.296).Para este estudio la unidad de análisis son todos los componentes y equipos asociados al sistema de achique y sumidero de CMG-2

### II.3. Población y muestra

Partiendo del concepto puede definirse a una población "... como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones…" (Selltiz,

1974). La población inmersa en la investigación comprende todos los equipos que componen el sistema de achique y sumidero de CMG-2.

## II.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Al referirse a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, Balestrini, M. (2002) explica:

> "Se debe señalar y precisar, de manera clara y desde la perspectiva metodológica, cuáles son aquellos métodos instrumentales y técnicas de recolección de información, considerando las particularidades y límites de cada uno de éstos, más apropiados, atendiendo a las interrogantes planteadas en la investigación y a las características del hecho estudiado, que en su conjunto nos permitirán obtener y recopilar los datos que estamos buscando". (p. 132).

Para la recolección de la información se usó la observación directa y la encuesta a fin de lograr recolectar la data requerida de primera mano y de forma precisa. Esta información fue analizada basándose en la revisión documental previamente realizada, a fin de generar la propuesta acorde con los fines planteados al comienzo de dicha investigación.

### II.4.1 Observación Directa

Según Méndez, C. (1999) la observación directa:

> "es el proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad por medio de un esquema conceptual previo y con base en ciertos propósitos definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar". (p. 99).

### II.4.2 Instrumentos para la Recolección de Datos

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, Arias, F. (1999) señala que:

> "son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información". (p. 53).

Y según la Universidad Nacional Abierta (1991) un instrumento:

> "es un formulario diseñado para registrar la información que se obtiene durante el proceso de recolección". (p. 307).

#### II.4.2.1 Fichas de Trabajo

Las fichas de trabajo, según Tamayo y Tamayo, M. (1998):

> "son instrumentos que nos permiten ordenar y clasificar los datos consultados y recogidos, incluyendo nuestras observaciones y críticas". (p. 212).

Se revisaron documentos relevantes al estudio realizado y el instrumento para registrar la información fue mediante de fichas.

### II.4.2.2 Revisión documental

A fin de sustentar la propuesta en un basamento teórico concreto, se requirió la recopilación de información relevante y relacionada al tema de estudio, a través de fuentes secundarias. Dichas fuentes secundarias fueron libros, documentos e informes tanto impresos como digitales.

Para la extracción, clasificación y análisis de dicha información se empleó mayormente técnicas como el subrayado y el fichaje.

## II.5. Técnicas de Análisis de Datos

Para analizar los datos obtenidos en la realización de este proyecto se utilizaron técnicas cuantitativas y documentales.

- Análisis Documental: ya que cierta parte del material utilizado para la recolección de datos fueron libros, instrucciones de trabajo o archivos entre otros.

- Análisis Cuantitativo: por cuanto se presentaron datos estadísticos mediante tablas, los cuales fueron recolectados en campo (en su mayoría), organizados y analizados.

## II.6. Operacionalización de los Objetivos

| **Objetivo General:** Realizar un estudio de factibilidad técnica para la mejora del sistema de achique y sumidero de la Casa de Máquinas II de Planta Guri, con la finalidad de no comprometer la capacidad de producción y/o calidad de servicio eléctrico de Edelca. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Objetivos Específicos** | **Variable(s)** | **Definición** | **Indicadores** | **Técnicas e Instrumentos** |
| Estudiar el diseño concebido originalmente y la forma de operación actual de los diferentes componentes de los sistemas de bombeo de sumidero y achique de las unidades de CMG-2. | Equipamiento | Elementos y/o componentes del sistema de achique y sumidero de CMG-2. | Cantidad<br><br>Características<br><br>Propiedades | *Técnicas:* Investigación de Campo y Evaluativo.<br><br>*Instrumentos:* Escritos, reportes y gráfico. |
| Evaluar las diferentes opciones de desarrollo posibles, según la ubicación y características del sistema y aspectos constructivos asociados, para la instalación de una unidad de bombeo adicional en el pozo de sumidero de CMG-2. | Equipamiento<br><br>Tecnología | Elementos y/o componentes a ser instalados para la mejora del sistema de achique y sumidero de CMG-2.<br><br>Opciones de desarrollo para la modernización del sistema de achique y sumidero de CMG-2. | Cantidad<br><br>Características<br><br>Propiedades | *Técnicas:* Investigación de Campo y Evaluativo.<br><br>*Instrumentos:* Escritos, reportes y gráfico. |

# CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

## III.1. Antecedentes de la Investigación

Con fecha 14-05-2002, fue elaborado por la División de Ingeniería de Mejoras de Generación de CVG EDELCA, un informe técnico IT-02-058 cuyo objetivo fue estudiar la factibilidad de la instalación de una tercera bomba en el pozo sumidero de CMG-2, desde el punto de vista de las disciplinas eléctrica y mecánica.

En dicho estudio se ubicaron y verificaron los posibles puntos de descarga de la bomba en el canal de descarga, se determinó la disponibilidad de punto con capacidad para la alimentación eléctrica de la bomba, las implicaciones en el sistema aire comprimido y los equipos y materiales de fuerza y control requeridos para el correcto funcionamiento de la bomba adicional, dentro del sistema de bombeo del pozo sumidero de CMG-2.

Se analizaron seis (6) opciones para la ubicación de la tercera bomba. Todas requieren modificaciones importantes en las obras existentes: Perforaciones de losas o vigas, requieren mayor suministro eléctrico, incremento en funciones de control y mayores requerimientos de operación y mantenimiento, por lo cual recomiendan realizar un estudio de factibilidad para la mejora integral de todo el sistema de achique y sumidero de CMG-2, que no se restrija exclusivamente a la instalación de una tercera bomba.

## III.2. Bases Teóricas

### III.2.1. Gerencia de Proyectos

El ámbito de acción de la investigación se enmarca dentro del área de la "Gerencia de Proyectos", la cual puede definirse de acuerdo a Richard P. Olsen, en su artículo "Can Project Management Be Defined?", como "...la aplicación de una serie de herramientas y técnicas para dirigir el uso de diversos recursos hacia el cumplimiento de una meta única, compleja, a lograrse una sola vez, dentro de restricciones de tiempo, costo y calidad" (Olsen, Reichard P.).

Otros autores definen la gerencia de proyectos como "…la aplicación sistemática de una serie de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para alcanzar o exceder los requerimientos de los stakeholders de un proyecto" (Palacios, Luís Enrique. 2003: 63), donde la tarea de dirección a través del ciclo de vida del proyecto involucra una serie de demandas competitivas cuyo desempeño implica la capacidad del proyecto de operar en función de las expectativas creadas.

### III.2.2. Evaluación de Proyectos

Teniendo como establecido que un proyecto es el proceso de búsqueda y hallazgo de una solución inteligente al planteamiento de un problema, con la intención de resolver una de muchas necesidades humanas, es indispensable entender que tal acción debe tomarse con una base de decisión que justifique la aplicabilidad del proyecto, dado que la limitación de los recursos disponibles obliga a destinarlos conforme a su mejor aprovechamiento.

Tal aplicabilidad o viabilidad del proyecto (económico y/o social) obedece a estimar las ventajas y desventajas de asignar recursos a su realización, asegurando así la mayor productividad de los recursos.

Aplicación específica en el proyecto dentro del área de la gerencia de proyectos, que "…consiste en la determinación de la rentabilidad del proyecto basado en las potenciales estimaciones de las inversiones, costos y beneficios" (Briceño J.& Garrido R, 2004). Constituye el campo de acción del presente proyecto.

Todo proyecto ha de demostrar que es viable económicamente, así como justificar los riesgos de su ejecución, operación y los desembolsos de capital realizados (Ahuja, Hira N. y Michael A. Walsh. 1995: 17 y 18).

El Objetivo de la evaluación de proyectos, es analizar la viabilidad del mismo antes de su realización, a fin de estimar los beneficios técnicos, económicos y sociales que se derivan de la asignación de recursos a una actividad productiva, y constituye un mecanismo fundamental para la toma de decisiones sobre el otorgamiento del crédito.

### III.2.3. Estudio de Factibilidad

La principal herramienta de un análisis metódico de proyectos es el estudio de factibilidad, el cual está dirigido a "…determinar la factibilidad social, técnica, económica y financiera del flujo de fondos de la empresa a través de herramientas del área del área de económica y financiera" (Blanco R, Adolfo. 2003: 133), aplicados a la inversión prevista, y que para el caso particular de la

evaluación de proyectos esta aplicado a los flujos de cajas provenientes de las actividades del mismo.

Estructuralmente el estudio está subdividido en tres (3) subáreas o tópicos, los cuales son objeto de desarrollo y análisis dentro del proyecto, que requieren de una aplicación sistémica, según se indica a continuación:

- **Estudio de mercado**: determinar la capacidad y perspectivas de generación de ingresos en el período bajo estudio, como también los riesgos concurrentes a los que se expone el inversionista (Briceño J.& Garrido R, 2004).

- **Estudio técnico**: información que permita cuantificar el monto de las inversiones y costos de operaciones pertinentes (Briceño J.& Garrido R, 2004).

- **Estudio económico:** determinar el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, el costo de operación y otros costos asociados que permitan conformar el estado de resultados y el cálculo de los indicadores económicos (Briceño J.& Garrido R, 2004).

## III.3. Marco Conceptual

### III.3.1. Bombas

Siempre que tratemos temas como circulación de fluidos estamos, de alguna manera entrando en el tema de bombas. El funcionamiento en si de la bomba será el de un convertidor de energía, o sea, transformara la energía mecánica en energía cinética, generando presión y velocidad en el fluido.

Los factores más importantes que permiten escoger un sistema de bombeo adecuado son: presión última, presión de proceso, velocidad de bombeo.
Existen muchos tipos de bombas para diferentes aplicaciones.

Las bombas se clasifican en tres tipos principales:

- De émbolo alternativo.
- De émbolo rotativo.
- Rotodinámicas.

Los dos primeros operan sobre el principio de desplazamiento positivo, es decir, que bombean una determinada cantidad de fluido (sin tener en cuenta las fugas independientemente de la altura de bombeo).

El tercer tipo debe su nombre a un elemento rotativo, llamado rodete, que comunica velocidad al líquido y genera presión. La carcaza exterior, el eje y el motor completan la unidad de bombeo.

En su forma usual, la bomba de émbolo alternativo consiste en un pistón que tiene un movimiento de vaivén dentro de un cilindro.

Un adecuado juego de válvulas permite que el líquido sea aspirado en una embolada y lanzado a la turbina de impulsión en la siguiente. En consecuencia, el caudal será intermitente a menos que se instalen recipientes de aire o un número suficiente de cilindros para uniformar el flujo.

Aunque las bombas de émbolo alternativo han sido separadas en la mayoría de los campos de aplicación por las bombas rotodinámicas, mucho más adaptables, todavía se emplean ventajosamente en muchas operaciones industriales especiales.

Las bombas de émbolo rotativo generan presión por medio de engranajes o rotores muy ajustados que impulsan periféricamente al líquido dentro de la carcaza cerrada.

El caudal es uniforme y no hay válvulas. Este tipo de bombas es eminentemente adecuado para pequeños caudales (menores de 1 pie$^3$/s y el líquido viscoso). Las variables posibles son muy numerosas.

La bomba rotodinámica es capaz de satisfacer la mayoría de las necesidades de la ingeniería y su uso está muy extendido. Su campo de utilización abarca desde abastecimientos públicos de agua, drenajes y regadíos, hasta transporte de hormigón o pulpas.

Los diversos tipos se pueden agrupar en:

a. **Centrífugos:** Son el tipo más corriente de bombas rotodinámicas, y se denomina así porque la cota de presión que crean es ampliamente atribuible a la acción centrífuga.

   Pueden estar proyectadas para impulsar caudales tan pequeños como 1 gal/min. o tan grandes como 4.000.000 gal/min, mientras que la cota

generada puede variar desde algunos pies hasta 400. El rendimiento de las de mayor tamaño puede llegar al 90%.

El montaje es generalmente horizontal, ya que así se facilita el acceso para el entretenimiento. Sin embargo, debido a la limitación del espacio, algunas unidades de gran tamaño se montan verticalmente.

Para que la bomba centrífuga esté en disposición de funcionar satisfactoriamente, tanto la tubería de aspiración como la bomba misma, han de estar llenas de agua. Si la bomba se encuentra a un nivel inferior a la del agua del pozo de aspiración, siempre se cumplirá esta condición, pero en los demás casos hay que expulsar el aire de la tubería de aspiración y de la bomba y reemplazarlo por agua.

**b. Múltiples:** Para alturas superiores a 200 pies se emplean normalmente bombas múltiples o bombas de turbina. Este tipo de bomba se rige exactamente por el mismo principio de la centrífuga y las proporciones del rodete son muy semejantes. Consta de un cierto número de rodetes montados en serie, de modo que el agua entra paralelamente al eje y sale en dirección radial.

La elevada energía cinética del agua a la salida del rodete se convierte en energía de presión por medio de una corona difusora formada por álabes directores divergentes. Un conducto en forma de S conduce el agua en sentido centrípeto hacia el ojo del rodete siguiente. El proceso se repite en cada escalonamiento hasta llegar a la salida. Si se aplica un número suficiente de escalonamientos, puede llegarse a obtener una cota de 4.000 pies. De hecho, la cota máxima vendrá probablemente dictada por el costo de reforzamiento de la tubería más que por cualquier limitación de la bomba.

**c. De columna:** Son del tipo múltiple, con montaje vertical y diseñadas especialmente para la elevación del agua en perforaciones angostas, pozos profundos o pozos de drenaje.

Resultan adecuadas para perforaciones de un diámetro tan pequeño como 6 pulg. y con mayores diámetros son capaces de elevar cantidades de agua superiores a un millón de galones por hora desde profundidades de hasta 1.000 pies. Normalmente se diseñan los rodetes de forma que lancen el agua en dirección radial-axial, con objeto de reducir a un mínimo el diámetro de perforación necesario para su empleo.

La unidad de bombeo consiste en una tubería de aspiración y una bomba situada bajo el nivel del agua y sostenida por la tubería de impulsión y el árbol motor. Dicho árbol ocupa el centro de la tubería y está conectado en la superficie al equipo motor. Cuando la cantidad de agua que se ha de elevar es pequeña o moderada, a veces es conveniente y económico colocar la unidad completa de bombeo bajo la superficie del agua.

Así se evita la gran longitud del árbol, pero en cambio se tiene la desventaja de la relativa inaccesibilidad del motor a efectos de su mantenimiento.

**d. De flujo axial:** Este tipo de bomba es muy adecuado cuando hay que elevar un gran caudal a pequeña altura. Por esto, sus principales campos de empleo son los regadíos, el drenaje de terrenos y la manipulación de aguas residuales. El rendimiento de esta bomba es comparable al de la centrífuga. Por su mayor velocidad relativa permite que la unidad motriz y la de bombeo sean más pequeñas y por tanto más baratas.

La altura máxima de funcionamiento oscila entre 30 y 40 pies. Sin embargo,

es posible conseguir mayores cotas mediante 2 ó 3 escalonamientos, pero este procedimiento raramente resulta económico. Para grandes bombas se adopta generalmente el montaje vertical, pasando el eje por el centro de la tubería de salida.

El rodete es de tipo abierto, sin tapas, y su forma es análoga a la de una hélice naval.

El agua entra axialmente y los álabes le imprimen una componente rotacional, con lo que el camino por cada partícula es una hélice circular.

Esta válvula está en ligero equilibrio hacia la posición de abierta y en el instante en que cesa el bombeo, la válvula se abre y entra el aire, con lo que se evita la inversión del flujo. La estación de bombeo puede automatizarse por medio de electrodos inmersos en el pozo de aspiración para controlar el funcionamiento de la bomba.

e. **De flujo mixto:** La bomba de flujo mixto ocupa una posición intermedia entre la centrífuga y la de flujo axial. El flujo es en parte radial y en parte axial, siendo la forma del rodete acorde con ello.

La trayectoria de una partícula de fluido es una hélice cónica. La cota que se consigue puede ser hasta de 80 pies por rodete, teniendo la ventaja sobre la bomba axial de que la potencia que ha de suministrar el motor es casi constante aunque se produzcan variaciones considerables de cota.

La recuperación de la cota de presión se consigue mediante un difusor, un caracol o una combinación de ambos.

f. **De paleta:** Existen varios tipos de bombas de paletas, ellas podrán ser:

- De paletas deslizantes, con un número variante de ellas montadas en un rotor ranurado. Según la forma de la caja se subdividen en bombas de simple, doble o triple cámara, si bien raramente se emplean tales denominaciones. La mayoría de las bombas de paletas deslizantes son de una cámara. Como estas máquinas son de gran velocidad de capacidades pequeñas o moderadas y sirven para fluidos poco viscosos, se justifica el siguiente tipo de clasificación.

- Bomba pesada de paleta deslizante, con una sola paleta que abarca todo el diámetro. Se trata de una bomba esencialmente lenta, para líquidos muy viscosos.

- Bombas de paletas oscilantes, cuyas paletas se articulan en el rotor. Es otro de los tipos pesados de bomba de paleta.

- Bombas de paletas rodantes, también con ranuras en el rotor pero de poca profundidad, para alojar rodillos de elastómero en el lugar de paletas, se trata de un modelo patentado.

- Bomba de leva y paleta, con una sola paleta deslizante en una ranura mecanizada en la caja cilíndrica y que, al mismo tiempo, encaja en otra ranura de un anillo que desliza sobre un rotor accionado y montado excéntricamente. El rotor y los anillos que ejercen el efecto de una leva que inicia el movimiento de la paleta deslizante. Así se elimina el rascado de las superficies. Se trata de una forma patentada que se emplea principalmente como bomba de vacío.

- Bomba de paleta flexible, que abrazan un rotor de elastómero de forma esencial giratorio dentro de una caja cilíndrica. En dicha caja va un

bloque en media luna que procura un paso excéntrico para el barrido de las paletas flexibles de rotor.

### III.3.2 Válvulas

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movible que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta 30 ft (9 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vació hasta mas de 20000 lb/in² (140 Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C). En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

#### III.3.2.1. Válvula de control

La válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varia continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

### III.3.2.1.1. Partes de la válvula de control

Las válvulas de control constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

- **Actuador**: el actuador también llamado accionador o motor, puede ser neumático, eléctrico o hidráulico, pero los más utilizados son los dos primeros, por ser las más sencillas y de rápida actuaciones. Aproximadamente el 90% de las válvulas utilizadas en la industria son accionadas neumáticamente. Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte. Lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástago. Teniendo en cuenta que la gama usual de presión es de 3 a 15 lbs/pulg² en la mayoría de los actuadores se selecciona el área del diafragma y la constante del resorte de tal manera que un cambio de presión de 12 lbs/pulg², produzca un desplazamiento del vástago igual al 100% del total de la carrera.

- **Cuerpo de la válvula:** este esta provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma. El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular. Esta unido por medio de un vástago al actuador.

### III.3.2.2. Categorías de válvulas

Debido a las diferentes variables, no puede haber una válvula universal; por tanto, para satisfacer los cambiantes requisitos de la industria se han creado innumerables diseños y variantes con el paso de los años, conforme se han desarrollado nuevos materiales. Todos los tipos de válvulas recaen en nueve categorías: válvulas de compuerta, válvulas de globo, válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de apriete, válvulas de diafragma, válvulas de macho, válvulas de retención y válvulas de desahogo (alivio).

### III.3.3. Mantenimiento

Se define por mantenimiento a toda clase de actividad realizada sobre un equipo, con el fin de retenerlo, reemplazarlo o regresarlo a condiciones de funcionamiento aceptables. Cualquier tipo de acción de mantenimiento sobre los equipos induce a aumentar el tiempo de vida de éstos.

### III.3.3.1. Mantenimiento Preventivo

Consiste en un conjunto de acciones con el fin de conservar las condiciones de operación a niveles de efectividad establecidos. Puede ser denominado como Mantenimiento Programado, por que se realiza a intervalos de tiempo preestablecidos y se encarga de:

- El servicio regular prestado a los equipos que operan normalmente, tales como lubricación, alineación, ajuste, suministros de combustible, limpieza, etc.

- El reemplazo o reparación de los equipos que hayan alcanzado su período de desgaste.

Los tiempos de mantenimiento preventivo se encuentran comprendidos en los siguientes:

- **Tiempo de inspección:** Consiste en hacer pruebas, y ver el estado físico de los materiales que componen el sistema.

- **Tiempo de servicio:** Es aquel que se consume al realizarle una acción a los equipos tal como: lubricación, limpieza, calibración, cambio o reemplazo de parte dañada o reparación (soldadura, ajuste, etc.).

- **Tiempo de administración:** Consiste en el tiempo transcurrido en llenar la requisición del repuesto, buscarlo y traerlo al almacén.

- **Tiempo de demora:** Ocurre a menudo cuando se va a realizar la labor de mantenimiento, y no se tiene el personal disponible o no se consiguen los repuestos o cualquier otra demora.

### III.3.3.2. Mantenimiento Predictivo

Son aquellas acciones de mantenimiento programadas de acuerdo a las evaluaciones de la condición de operación de los equipos, cuyo seguimiento se realiza por medio de la utilización de instrumentos especiales y su ejecución de manera de no afectar la producción de forma imprevista.

### III.3.3.3. Mantenimiento Correctivo

Se define de la siguiente manera: Cuando el equipo ha fallado, es reparado o reemplazado por uno igual; esto con la finalidad de regresarlo a su condición de operación, también recibe el nombre de No Programado, ya que las fallas ocurren de una manera aleatoria, durante el periodo de vida.

Para realizar una labor de mantenimiento correctivo, se siguen los siguientes pasos:

- Preparación.
- Localización de la falla.
- Obtención de repuestos.
- Corrección de la falla.
- Ajuste y calibración.
- Revisión.
- Limpieza.

Los tiempos de mantenimiento correctivo se encuentran comprendidos en los siguientes:

- **Tiempo de preparación:** Este tiempo es el consumido por el personal en notificar la falla a los servicios y a otros departamentos de la falla del sistema.

- **Tiempo de localización:** Es el tiempo transcurrido en encontrar la falla, en qué parte del sistema está, qué tipo de falla es y los daños ocasionados.

- **Tiempo de obtención de repuestos:** Al localizar las fallas, dependiendo de los daños que tiene la parte afectada, se repara, se reemplaza o inspecciona. Si se reemplaza, se tiene que buscar el repuesto en almacén. El tiempo desde que se decide reemplazar hasta que se trae el repuesto, es el tiempo de obtención de repuesto.

- **Tiempo de corrección de fallas:** Si la falla se corrige con una reparación, el tiempo de corrección de falla es el de reparación. Si se reemplaza, el tiempo de corrección de fallas es el tiempo tardando en reemplazarla.

- **Tiempo de ajuste y calibración:** Consiste en el tiempo transcurrido en ajustar y calibrar la parte dañada, hasta obtener la adecuada.

- **Tiempo de revisión:** Son pruebas y revisiones hechas en la parte reparada o reemplazada.

- **Tiempo de limpieza:** Transcurre desde que termina de revisar y se comprueba su estado, hasta terminar con la limpieza del equipo.

### III.3.3.4. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

El mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), es la metodología para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier sistema y/o equipo dentro de su contexto operacional. Una definición más amplia pudiera ser: Es una técnica basada en análisis funcional, organizado, lógico y documentado, para construir o modificar un plan de mantenimiento.

Toda acción de mantenimiento puede ser dividida en:

- **Inspección:** Considera todas las pruebas y análisis que se hacen al sistema, con el objeto de comprobar su comportamiento, determinándose cuales de los componentes debe someterse a una acción preventiva.

- **Servicio:** Considera la ejecución de las acciones preventivas sobre el sistema.

### III.3.3.5. Planificación del Mantenimiento

El establecimiento de un programa de mantenimiento controlado y bien llevado, trae una serie de ventajas por lo más deseables, como lo son: El aumento de la vida útil de los equipos, el incremento de la seguridad de operación y una mayor confiabilidad de servicio por parte de los equipos; todo lo cual nos lleva a la tan buscada reducción de los costos totales de producción.

Un buen servicio de conservación de instalaciones y equipos busca reducir al mínimo las suspensiones del trabajo, al mismo tiempo que hacer más eficaz el empleo de dichos elementos y de los recursos humanos, a efecto de conseguir los mejores resultados con el menor costo posible.

### III.3.3.6. Planeación del Mantenimiento

Son tres las áreas básicas de planeación para el mantenimiento. La primera de ellas abarca la planeación a largo plazo, los planes a corto plazo que integran la segunda área y la tercera comprende planes inmediatos de la función de mantenimiento.

### III.3.3.7. Plan de Mantenimiento

Es un procedimiento tanto diario como semanal y anual. La programación es el establecimiento de un plan de tiempos, basados en el programa u otros documentos de diseño de la instalación, para las conclusiones ordenadas de las actividades de diseño y construcción.

### III.3.3.8. Indicadores de Mantenimiento

Son factores cuantificables que permiten evaluar la condición operativa de los equipos y la capacidad de la organización para garantizarla. Estos son:

- **Confiabilidad (Rt):** Es la probabilidad de que no se presenten fallas durante un determinado periodo de operación de los equipos y sistemas funcionando bajo condiciones de diseño. La confiabilidad disminuirá con el proceso de desgaste del equipo y este a su vez, dependerá de la efectividad del mantenimiento.

- **Mantenibilidad:** Es la probabilidad de restablecer un equipo a su condición de funcionamiento normal en un período de tiempo dado, después de haber ocurrido una falla.

- **Disponibilidad:** Es la probabilidad de que un equipo está disponible para su uso en un momento determinado.

- **Tiempo Medio Entre Fallas:** Es la relación entre el producto del numero de ítems por sus tiempos de operación y el numero total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

### III.3.4. Costos

El costo, en las empresas manufactureras y en las de prestación de servicios, se define como las erogaciones y causaciones, efectuadas en el área de producción, necesarias para producir un artículo o prestar un servicio.

En las empresas de compraventa, el costo se define como la erogación o desembolso de dinero, o la obligación de incurrir en ellos, para adquirir mercancías objeto de la venta.

De acuerdo con lo anterior, en las empresas manufactureras o en las de prestación de un servicio, las erogaciones y causaciones efectuadas en cada una de las divisiones se denominan así:

En producción, se denominan costos; en administración, se le denominan gastos y en ventas, se le denominan gastos.

#### III.3.4.1. Costos Predeterminados

Se determinan con anticipación a la fabricación, es decir, previos al período de costos. Los dos tipos de costos predeterminados son:

- **Costo Estándar:** Determinan de una manera técnica el costo unitario de un producto, basados en eficientes métodos y sistemas, y en función de un volumen dado de actividad. Son costos científicamente predeterminados que sirven de base para medir la actuación real.

- **Costos estimados:** Representan únicamente una tentativa en la anticipación de los costos reales y están sujetos a rectificaciones a medida que se comparan con los mismos. Este sistema consiste en:

    1. Predeterminar los costos unitarios de la producción estimando el valor de la materia prima directa, la mano de obra directa y los cargos indirectos que se consideran se deben obtener en el futuro.

    2. Comparando posteriormente los costos estimados con los reales y ajustando las variaciones correspondientes.

    3. Constituyen un sistema de costos predeterminados tomando en consideración la experiencia de ejercicios anteriores.

Indica lo que puede costar producir un artículo, motivo por el cual dicho costo se ajustará al costo histórico o real.

De la comparación resulta discrepancias entre lo estimado y lo real conocidas con el nombre de variaciones, mismas que serán una llamada de atención que obliga a estudiar él por qué de la diferencia.

### III.3.4.2. Costos Variables o Directos

Son aquellos que tienden a fluctuar en proporción al volumen total de la producción, de venta de artículos o la prestación de un servicio, se incurren debido a la actividad de la empresa.

Son aquellos cuya magnitud fluctúa en razón directa o casi directamente proporcional a los cambios registrados en los volúmenes de producción o venta,

por ejemplo: la materia prima directa, la mano de obra directa cuando se paga destajo, impuestos sobre ingresos y las comisiones sobre ventas.

Características de los costos variables o directos:

- No existe costo variable si no hay producción de artículos o servicios.
- La cantidad de costo variable tenderá a ser proporcional a la cantidad de producción.
- El costo variable no está en función del tiempo. El simple transcurso del tiempo no significa que se incurra en un costo variable.

### III.3.4.3. Costos Fijos o Periódicos

Son aquellos que en su magnitud permanecen constantes o casi constantes, independientemente de las fluctuaciones en los volúmenes de producción y/o venta.

Resultan constantes dentro de un margen determinado de volúmenes de producción o venta. Ejemplos: Depreciaciones (método en línea recta), primas de seguros sobre las propiedades, rentas de locales, honorarios por servicios, etc.

Características de los costos fijos:

- Tienden a permanecer igual en total dentro de ciertos márgenes de capacidad, sin que importe el volumen de producción lograda de artículos o servicios.

- Están en función del tiempo.

- La cantidad de un costo fijo no cambia básicamente sin un cambio significativo y permanente en la potencia de la empresa, ya sea para producir artículos o para prestar servicios.

- Estos costos son necesarios para mantener la estructura de la empresa.

### III.3.4.4. Costos Semivariables

Son aquellos que tienen una raíz fija y un elemento variable, sufren modificaciones bruscas al ocurrir determinados cambios en el volumen de producción o venta. Como ejemplo de estos: Materiales indirectos, supervisión, agua, fuerza eléctrica, etc.

La estimación de costos en todas las etapas del proyecto de la construcción es de primordial importancia para un buen control administrativo. Las estimaciones exactas y pertinentes reducen el desperdicio administrativo proporcionando una revisión constante de la viabilidad económica y de la lucratividad de una empresa. De esta manera se puede evitar realizar un esfuerzo en un proyecto que finalmente será “archivado” en una fase posterior del diseño o de la propuesta debido a que no tiene viabilidad económica. La estimación, o estimado proporciona la base para todos los pronósticos económicos y financieros, así como para los presupuestos y el control.

Los métodos de estimación varían dependiendo del grado de exactitud que se espera y de la etapa del desarrollo de la documentación a partir de la cual se prepara la estimación, los métodos que se emplean se rigen de acuerdo al propósito, la etapa del diseño o construcción en la cual se produce el mismo y a quién se le dará el costo evaluado.

Los propósitos de las estimaciones se clasifican en general en tres formas:

1. Estimaciones utilizadas para la planeación y pronóstico con el objeto de que ayuden en las evaluaciones económicas y financieras de la inversión.

2. Estimaciones de control que se hacen durante el diseño para asegurarse de que las evaluaciones económicas siguen siendo válidas conforme progrese el diseño.

1. Estimaciones para la propuesta, que reflejan el costo que tiene para un constructor realizar el diseño terminado, permitiéndole de esta manera preparar una oferta para su presentación al cliente.

Para satisfacer las necesidades de las clasificaciones anteriores hay cuatro tipos de estimaciones:

1. Estimación de planeación, que se utiliza en la primera clasificación.

2. Estimaciones preliminares de ingeniería, que se usan en la segunda clasificación.

3. Estimaciones detalladas de ingeniería, usados en la segunda clasificación.

4. Estimaciones en la fase de construcción, que se emplean en la tercera clasificación.

### III.3.5. Estimación Durante la Planificación

En la fase de planificación del proceso de diseño hay poco material cuantitativo tangible para crear una estimación. De ordinario solo se tiene algo más que un breve diseño con los requerimientos de espacio o capacidad. Por consiguiente, la planeación de las estimaciones normalmente se basa en costos de un solo parámetro. Estos costos de un solo parámetro se establecen a partir de datos sobre los costos históricos de proyectos anteriores de naturaleza semejante, analizados cuidadosamente para llegar a un costo base de la instalación. Este costo base de la instalación de un solo parámetro es el que forma el fundamento de la planeación de la estimación. Cuando se analizan los costos históricos resulta importante identificarlos cuidadosamente y atribuirles las funciones apropiadas. Los componentes hechos a la medida y las especialidades para los proyectos individuales deben excluirse de un análisis base de la instalación. Es importante utilizar los costos históricos de proyectos equivalentes recientes, en vez de basarse en su totalidad en los costos promedios publicados. Sin embargo, estos últimos se pueden utilizar para verificar o complementar los datos actuales.

#### III.3.5.1. Estimación Preliminar de Ingeniería

Una vez tomada la decisión de pasar de la fase de planeación a la de diseño, se requiere elaborar una estimación más detallada. Se preparan planos preliminares y esbozos de las especificaciones en una forma que puede ser esquemática. Luego se calcula la estimación preliminar de ingeniería basándose en el análisis cuantitativo de los sistemas diseñados. Cualquier

forma de estimación cuantitativa tiene tres constituyentes esenciales: El proyecto que se estimará, las unidades (o sistema) que se considerarán y la forma como se expresará el resultado.

### III.3.5.2. Estimación Detallada en Ingeniería

No hay sustituto para las estimaciones que se hacen basándose en los diseños y especificaciones detallados de ingeniería. Un análisis cuantitativo de tales documentos junto con las tasa unitarias actuales obtenidas de las publicaciones de la industria actualizadas, producirá una estimación más exactas que las estimaciones de planeación o de diseño preliminar. Una estimación tal debe tener una exactitud dentro del $\pm$ 5 %.

Resulta deseable formular el diseño detallado dentro de la disciplina en una forma ya establecida para la estimación del sistema. Esta práctica facilitará la función de la administración de costos en lo que respecta a supervisar el desarrollo del diseño mediante la comparación directa de la evolución de los niveles de las estimaciones. La estimación detallada de la ingeniería está formada por estimaciones componentes, en las que las partes componentes son los conceptos detallados de un sistema de construcción.

Cuando se diseñan y especifican estos componentes, se les puede cuantificar con exactitud mediante la cantidad necesaria medida de cantidad. La cantidad necesaria medida debe documentarse dentro de un marco de trabajo uniforme, identificando los componentes principales y las partes componentes. De nuevo, mientras más bajo esté el nivel de identificación, medición y fijación de precios, más exacta será la estimación resultante.

Los documentos requeridos para este nivel de estimación son los planos detallados del diseño, los detalles normales, planos del taller y especificaciones detalladas. Las cantidades particulares junto con los insumos totalmente descritos de mano de obra y de materiales permitirán que se fije el costo de los componentes con precisión. La fijación del precio de los componentes se lleva a cabo de una forma semejante a las técnicas preliminares de la estimación de ingeniería, con la confianza aumentada de que se tienen disponibles datos de diseño más precisos.

### III.3.5.3. Estimación en la Fase de Construcción

Esta estimación se lleva a cabo por el contratista que concursa en un proyecto. En esta etapa deben estar disponibles para el estimador los planos y las especificaciones detalladas, junto con un programa cronológico de la construcción para establecer la duración de la obra. Debe llevarse a cabo una inspección extensa del lugar para asegurarse de las implicaciones en términos de costo de cualesquiera condiciones únicas del mismo. Habrá de consultarse a fondo a todo el personal claveque sea responsable de ejecutar el trabajo. Se documentará una estrategia previamente planeada para llevar a cabo el proyecto y a partir de esto se debe hacer un análisis completo de los recursos requeridos. El estimador o evaluador debe tener una buena comunicación con los proveedores y los subcontratistas.

### III.3.6. Reemplazo

El término reemplazo es tan amplio que casi todo el campo de la ingeniería le corresponde. Este término se utiliza con las implicaciones más amplias por ejemplo, reemplazo no significa que se duplique el equipo al final de su vida; tampoco implica una sustitución igual por igual, no es necesario ningún

parecido entre el equipo actual y el que lo reemplaza. El reemplazo en este sentido tiene lugar incluso si un proceso manual es superado por una máquina o si un grupo de Máquinas es desplazado por una máquina grande.

Esto puede entenderse mejor, si se observa que reemplazo es sinónimo de desplazamiento. Así pues, reemplazo significa que el proceso utilizado en la actualidad será desplazado por otro más económico y confiable. Desde este punto de vista, se puede reemplazar una política financiera, una operación empresarial integral, una fabrica, un proceso de fabricación, una máquina u operación manual, por otro que lo sustituya mejor.

Al tomar en consideración el reemplazo, debe observarse que una proposición de hacer algo, como la de fabricar un producto, puede reemplazar una política o practica existente de no fabricarlo. En cada situación puede haber muchas alternativas, pero una de ellas siempre será la de no hacer nada, la de mantener el estado de las cosas. La pregunta sobre si se debe reemplazar una política de no hacer nada con otra positiva, estará detrás de todas las comparaciones. Incluso una comparación de dos Máquinas, aunque en sí no constituye un problema de reemplazo, existe sólo debido a una decisión anterior de reemplazar lo existente con una proposición de aumento de ingresos que requiere una de esas nuevas Máquinas. Por lo tanto, todo el problema de inversión en equipo es también un problema de reemplazo o, cuando menos, parte de una situación más amplia de reemplazo.

En el contexto de los sistemas de potencia, el término reemplazo se refiere a todo lo relacionado con el reequipamiento, sustitución y mejoramiento de todos los componentes de la subestación como elementos principales del sistema, por lo que la evaluación de los niveles de sustitubilidad de los equipos de las

subestaciones es un factor importante en el desempeño de la industria eléctrica con miras a la calidad en el servicio prestado.

Al referirse al reemplazo se suele evaluar en primer lugar las piezas y equipos críticos del sistema, a fin de examinar los niveles de intercambiabilidad de cada uno de ellos. En un segundo plano y con base al estudio preliminar se evaluará el reemplazo de la subestación como un todo. Claro está, que esta evaluación requiere un estudio profundo con base en muchos factores principalmente de tipo técnico y económico, que permitan adoptar una posición ante el problema que sugiere la toma de decisiones de reemplazo.

El reemplazo de equipos involucra en sí mismo la posibilidad de modernización de los sistemas existentes. Así, reemplazo y modernización, desde un punto de vista técnico van a la par, dado que no se concibe la modernización del sistema o equipo a reemplazar, mientras que en otros casos, la modernización en sí puede ser la causa de un proyecto de reemplazo.

### III.3.6.1. Importancia del reemplazo de equipos para empresas de producción

Debido al clima de creciente competencia entre las empresas industriales de un mismo ramo, la política que estas sigan respecto al reemplazo de equipos puede tener gran influencia sobre el éxito o fracaso de la misma. El reemplazo prematuro o inadecuado de equipo absorbe indebidamente capital necesario para otras aplicaciones más productivas; mientras que la falta de decisión para reemplazar oportunamente un equipo deteriorado u obsoleto puede elevar considerablemente los costos de producción y operación, e incapacitar a la empresa para afrontar la competencia.

Este último tipo de error mencionado es él más frecuente, ya que existe en las empresas propensión a dejarse vencer por la inercia, posponiendo las decisiones de cambios necesarias. En particular, la idea de desechar un equipo en buenas condiciones, para reemplazarlo por otro supuestamente más operativo y económico, va en contra de la tolerancia de conservar los bienes adquiridos y del apegado que la mayoría de las personas siente por sus pertenencias. Además las decisiones de reemplazo crean compromisos que pueden durar varios años mientras que la decisión de conservar el equipo existente puede revisarse y cambiarse en cualquier tiempo.

Las decisiones de reemplazo serán relativamente sencillas si el futuro pudiera proveerse con certeza. Por desgracia, los costos futuros y desarrollos tecnológicos son difíciles de prever, lo cual dificulta la determinación del flujo de efectivo asociado a cada una de las alternativas relevantes. La incertidumbre implica un riesgo que es menester afrontar.

### III.3.6.2. Causas del reemplazo

Hay que reconocer que no todos los equipos existentes que han sido reemplazados para obtener un servicio dado se descartan físicamente o incluso son vendidos. Con frecuencia se adquieren equipos nuevos para sustituir equipos existentes, sin retirar estos sino meramente usándolos para otra cosa, la mayoría de las veces para algo inferior como por ejemplo algún servicio de emergencia.

La necesidad o conveniencia de reemplazar un equipo puede deberse al deterioro físico del mismo a cambios de necesidades que lo hagan inadecuado, o a adelantos tecnológicos incorporados a nuevos modelos frente a los cuales el equipo existente resulte en desventaja.

A un equipo se le realiza mantenimiento preventivo, si se desea disminuir su razón de falla a valores cercanos a los obtenidos durante su vida útil, lo cual se logra recuperando o reemplazando el equipo. Como se desea que el equipo este fuera de servicio el menor tiempo posible, generalmente se reemplaza el equipo por otro igual, pudiéndose reparar o desechar posteriormente el equipo reemplazado, según sea la política de la empresa.

Por ese motivo, sólo se suele hablar de políticas de mantenimiento preventivo que consideran el reemplazo de equipos, con el fin de determinar los momentos óptimos de ejecución de dicha acción preventiva.

### III.4. Consideraciones Éticas

De acuerdo al código de ética de los miembros del PMI (Project Management Institute), los profesionales dedicados a la Gerencia del Proyecto se comprometen a:

- Mantener altos estándares de una conducta íntegra y profesional.
- Aceptar las responsabilidades de sus acciones.
- Buscar continuamente mejorar sus capacidades profesionales.
- Practicar la justicia y honestidad.
- Alentar a otros profesionales a actuar de una manera ética y profesional.

### III.4.1. Comportamiento Profesional

Durante el desarrollo de las labores correspondientes a las actividades del presente proyecto, los profesionales participantes estuvieron comprometidos a:

- Revelar completa y oportunamente cualquier conflicto profesional.

- Abstenerse de ofrecer o aceptar pagos, compensaciones o beneficios tangibles, los cuales no están en conformidad con las leyes aplicables y puedan proveer una ventaja injusta para sus negocios o los que ellos representan.

- Respetar y proteger apropiadamente los derechos intelectuales de otros; revelar y reconocer apropiadamente las contribuciones profesionales, intelectuales y de investigación de otros.

- Procurar mejorar sus capacidades, habilidades y conocimientos profesionales, y dar a conocer sus calificaciones profesionales de forma sincera y certera.

# CAPITULO IV: MARCO ORGANIZACIONAL

## IV.1. Antecedentes de CVG EDELCA

La empresa CVG Electrificación del Caroní C.A. (CVG EDELCA) fue constituida formalmente el 23 de julio de 1963, de acuerdo con el artículo 31 del Estatuto Orgánico de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), con el objetivo de lograr el potencial desarrollo hidroeléctrico del río Caroní.

Previamente, en el año 1953 se integró un grupo de ingenieros que conformaron la Comisión de Estudios para la Electrificación del río Caroní, embrión de la futura filial, que funcionó adscrita al Ministerio de fomento, luego formó parte de la Corporación Venezolana de Fomento y de la CVG. Esta última la asignó a la División de Operaciones de Centrales Hidroeléctricas y a la División de Construcción de Centrales Hidroeléctricas.

El aprovechamiento hidroeléctrico del río Caroní está vinculado con el posterior surgimiento de Ciudad Guayana y el desarrollo industrial de sectores como el hierro, el acero y el aluminio, además de la creación de las empresas asociadas a su respectiva transformación en materia primas y productos terminados.

## IV.2. Realidad actual

CVG EDELCA opera las Centrales Hidroeléctricas “Simón Bolívar” (Guri) con una capacidad instalada de 10.000 Megavatios, considerada la segunda en importancia en el mundo y la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” (Macagua) con una capacidad instalada de 3.140 Megavatios.

En el año 2006 entró en operación comercial la Central Hidroeléctrica "Francisco de Miranda" Caruachi, con una capacidad instalada final de 2.280 megavatios.

Su ubicación en las caudalosas aguas del río Caroní, al sur del país, le permite producir electricidad en armonía con el ambiente, a un costo razonable y con un significativo ahorro de petróleo.

CVG EDELCA posee una extensa red de líneas de transmisión que superan los 5.700 Km. cuyo sistema a 800 mil voltios es el quinto sistema instalado en el mundo con líneas de Ultra Alta Tensión en operación.

En los últimos tres años, CVG EDELCA ha aportado más del 70% de la producción nacional de electricidad a través de sus grandes Centrales Hidroeléctricas Macagua y Guri.

CVG EDELCA ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo económico y social de Venezuela, constituyendo la principal compañía generadora de electricidad del país con un mercado conformado por las empresas industriales de la región de Guayana y las que integran el Sistema Interconectado Nacional.

**IV.3. Fines**

- Generar beneficio económico para los accionistas.

- Lograr la satisfacción de los clientes mediante un servicio de excelente calidad.

## IV.4. Misión

- Producir, transportar y comercializar energía eléctrica, a precios competitivos, en una forma confiable y en condiciones de eficiencia y rentabilidad.

## IV.5. Valores

- **Humanismo:** Entendiendo por tal una gestión con sentido de justicia, pluralista y participativa, orientada al desarrollo integral de sus trabajadores, a la integración del factor ambiental en sus actividades y al compromiso social con las comunidades vinculadas a ellas.

- **Respeto:** Constituye el trato justo y considerado entre los trabajadores, hacia el ambiente, instituciones y organismos, clientes y proveedores, ciñéndose a la normativa de toda índole que incide sobre su actividad.

- **Participación:** Consiste en la promoción de una cultura que valora y motiva la generación compartida de ideas, opiniones y sugerencias, dirigidas al mejoramiento continuo de la organización. Cultura que incorpora los aportes de las comunidades e instituciones nacionales e internacionales relacionadas, estimulando la creatividad de todos los miembros de la empresa.

- **Honestidad:** Refleja el comportamiento ético de sus autoridades, cuerpo gerencial y trabajadores, tanto dentro como fuera de la organización, con sentido de justicia y honradez, y la gestión transparente de todos los procesos administrativos con estricto apego a las normas.

- **Compromiso:** Se manifiesta por la identificación y lealtad del trabajador con la empresa, la mística en el trabajo y el sentido de responsabilidad; en una institución que prioriza el trato justo y se ocupa del desarrollo integral del trabajador y su calidad de vida.

- **Competitividad:** El conjunto de conductas de todos los niveles de la organización que permiten disputar o contender con los demás agentes del mercado en la prestación del servicio eléctrico, con alta calidad y al menor costo posible.

- **Excelencia:** Búsqueda de la calidad superior y perfección, a través de mejoramiento continúo de su gente y de sus procesos internos, en el logro de las metas propuestas y en el servicio que suministra, a nivel de organizaciones de clase mundial.

## IV.6. Visión

Ser una empresa líder en la prestación del servicio eléctrico, comprometida con la conservación del medio ambiente, con un mercado diversificado a nivel nacional e internacional; dotada de tecnologías de vanguardia y conformada por un recurso humano competente; orientada a la obtención de adecuados índices de calidad, rentabilidad y eficiencia, que satisfagan los requerimientos de nuestros clientes, empleados, accionistas, comunidades, proveedores y del desarrollo integral del país.

## IV.7. Estructura Organizativa

**Figura 2. Estructura Organizativa de CVG EDELCA**
Fuente: http://intranet.edelca.com.ve/nuestra_empresa/estructura/estructura.htm

## IV.8. Descripción de la Cultura Organizacional

Tanto la relación de competencias disponibles respecto a las competencias requeridas que tiene el personal, como el grado de motivación para el trabajo, son indicadores del proceso en el fortalecimiento de la cultura organizacional que forma parte del área de RRHH de CVG EDELCA.

Por tanto, en CVG EDELCA existe el compromiso respecto a la estructuración de la organización para que el personal de la empresa cuente con las competencias necesarias y requeridas para su trabajo, promoviendo el logro de los objetivos de la empresa y contribuyendo a obtener un alto grado de motivación en el mismo.

Así, los valores de la organización se plantean el marco ético-social dentro del cual la empresa lleva a cabo todas sus acciones. Los valores forman parte de la cultura organizacional, y plantean los límites dentro de los cuales debe enmarcarse la conducta de los individuos, tanto en el plano organizacional como en el plano personal.

Los valores de la empresa, son los atributos de su personal, que guían su conducta más allá de su utilidad para alcanzar los fines u objetivos de la empresa.

La sociedad venezolana exige a la empresa una conducta moral que va más allá de lo establecido en las leyes. La opinión pública se ha sensibilizado ante la conducta de las empresas, gremios y sindicatos vinculados a la misma, como vigilantes de la conducta empresarial.

CVG EDELCA está comprometida con su recurso humano, procurando siempre su desarrollo e integración, a través del fortalecimiento de un buen clima organizacional y del establecimiento de enfoques estructurados que traspasen las barreras culturales y penetran en el ser de su recurso humano.

## IV.9. La Planificación en CVG EDELCA

Como resultado de un proceso de mejora de la función de planificación, en aras de asumir con mayor eficiencia los cambios impuestos por el nuevo ordenamiento jurídico del sector eléctrico, y garantizar el apego al Modelo de Excelencia de Gestión recomendado por la Corporación Venezolana de Guayana a sus empresa filiales, CVG EDELCA ha decidido estructurar sus planes en base a su horizonte y el tipo de actividades a considerar. De acuerdo a esto se ha desarrollado un plan estratégico que en esencia es un plan de

cambio elaborado siguiendo la metodología del Cuadro de Mando Integral y con horizontes de largo plazo (10 años), mediano plazo (5 años) y corto plazo (1 año) ó también denominado táctico.

Por otra parte, se elabora un plan operativo que incluye las actividades repetitivas y permanentes desarrolladas en la organización para mantener su condición actual. En este plan además se incluyen los proyectos o actividades de mejoramiento.

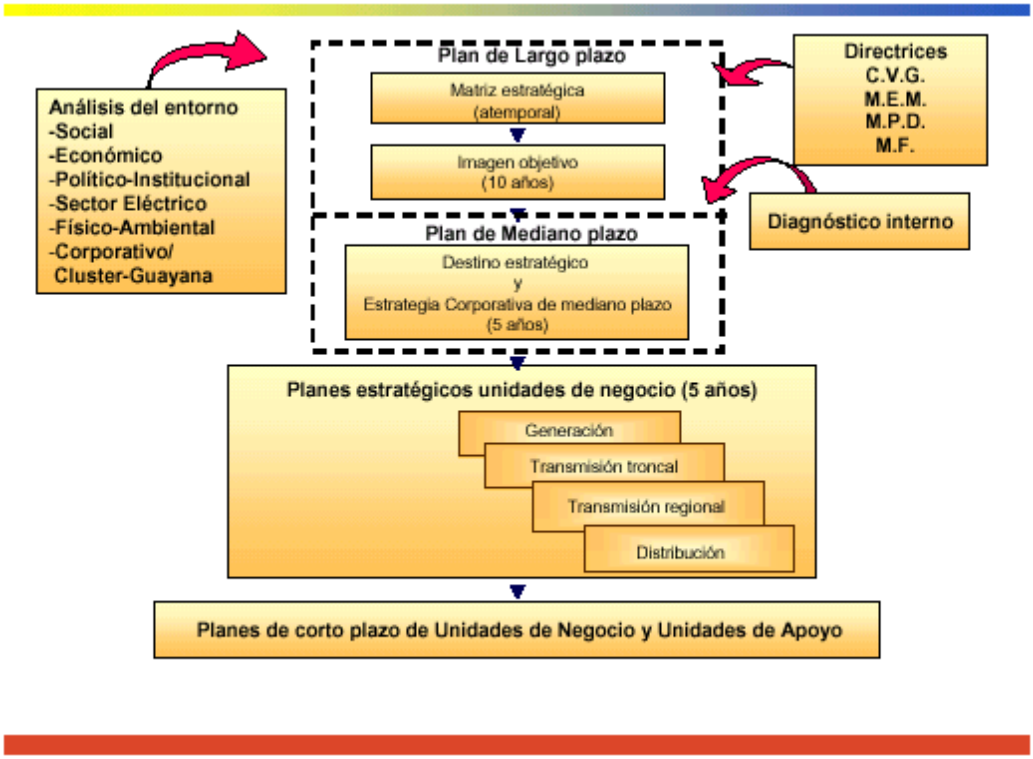



**Figura 3. La Planificación en CVG EDELCA**
Fuente: http://intranet.edelca.com.ve/nuestra_empresa

## IV.10. Plan de Mediano Plazo

En el Plan de Mediano Plazo CVG EDELCA se ha establecido unos objetivos temporales a ser alcanzados dentro de los próximos 5 años, que le aseguren el

avance en el logro de su imagen objetivo. Estos objetivos en conjunto constituyen el Destino Estratégico, a partir del cual se definen las estrategias que permitirán su cumplimiento en el ámbito corporativo y de las unidades de negocio de CVG EDELCA.

## IV.11. Destino Estratégico

CVG EDELCA ha definido su Destino Estratégico a partir de los retos identificados en el análisis del entorno y de las brechas resultantes del diagnóstico interno, permitiendo así determinar los objetivos específicos que aspira lograr. Como resultado, el destino estratégico establecido en las 4 perspectivas del Cuadro de Mando Integral queda representado en la Figura 4.

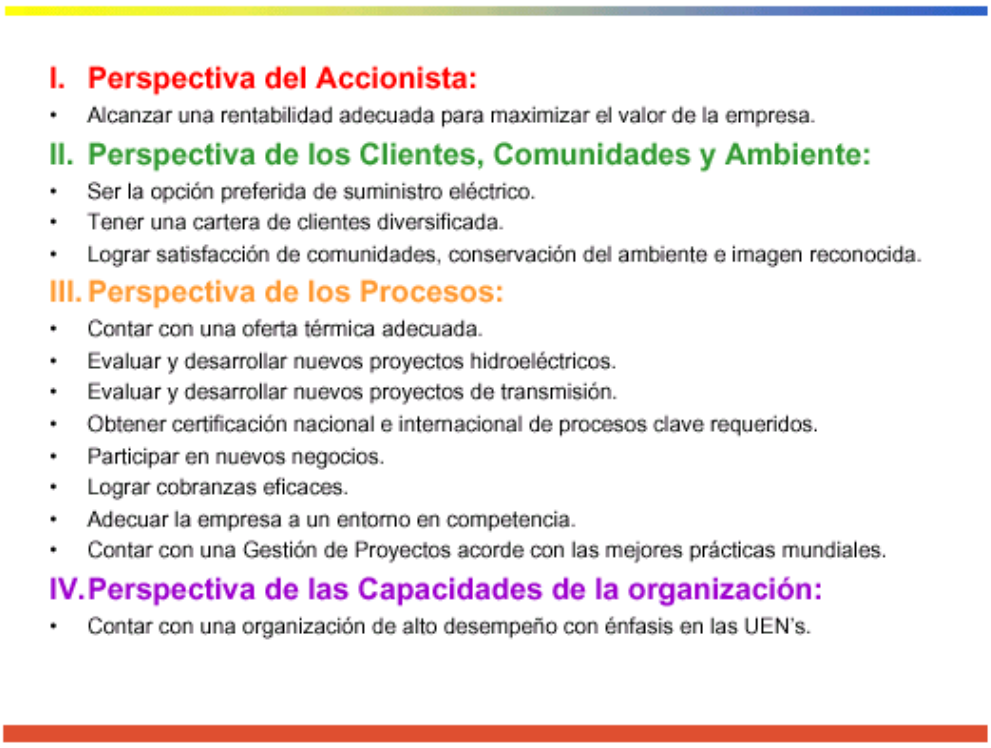



**Figura 4. Destino Estratégico de CVG EDELCA**
Fuente: http://intranet.edelca.com.ve/nuestra_empresa

## IV.12. Estrategia Corporativa

Para cumplir los objetivos definidos en su Destino Estratégico, CVG EDELCA se plantea la ejecución de una estrategia que asegure la formación y consolidación de la corporación, desagregada en 3 componentes: una estrategia de diversificación, una estrategia competitiva y una estrategia funcional.

## IV.13. Estrategia de Diversificación

Este conjunto de estrategias pueden agruparse en la forma como se ilustra en la Figura 5.

**Figura 5. Esquema ilustrativo de la estrategia de diversificación de CVG EDELCA**
Fuente: http://intranet.edelca.com.ve/nuestra_empresa

## IV.14. Estrategia Competitiva

Como estrategia competitiva corporativa la empresa definió un conjunto de acciones que permitirán su transformación para alcanzar el Destino Estratégico en el mediano plazo y acercarnos a la Imagen Objetivo. En la Figura 5 se describe la estrategia competitiva corporativa, esquematizada en un diagrama causa-efecto en el Cuadro de Mando Integral.

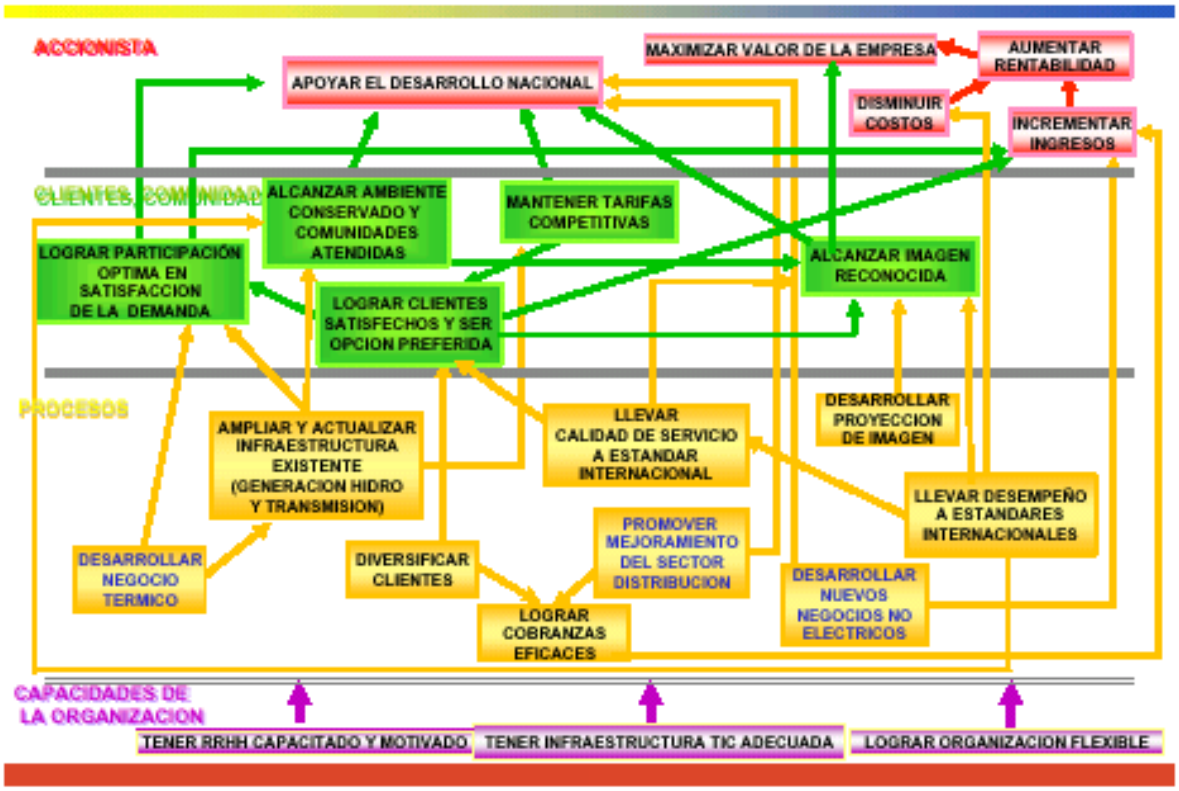



**Figura 6. Estrategia competitiva corporativa de CVG EDELCA**
Fuente: http://intranet.edelca.com.ve/nuestra_empresa

## IV.15. Estrategia Funcional

Esta estrategia agrupa el conjunto de iniciativas para desarrollar o transformar las funciones de la empresa. En la estrategia funcional se incluye además de la

identificación de los responsables de las iniciativas, que en su mayoría o generalmente se corresponden con el responsable de la función, la cuantificación de los requerimientos de recursos financieros para ejecutar estas iniciativas de nivel funcional, tales requerimientos son definidos para cada año de aplicación del plan de mediano plazo (período 2003-2007).

Desde el punto de vista corporativo, CVG EDELCA está constituida por las siguientes funciones:

- Operación y Mantenimiento.
- Mercadeo
- Planificación
- Desarrollo de la Organización
- Recursos Humanos
- Finanzas
- Imagen
- Ambiente
- TIC
- Expansión

- Procura

Conviene aclarar que las funciones de operación y mantenimiento, así como de expansión, son ejecutadas en las unidades de negocio de CVG EDELCA. En consecuencia, los recursos y responsabilidades reportados a nivel corporativo representan un conjunto agregado de recursos, cuya definición y asignación más específica es realizada en los planes de mediano plazo de las unidades de negocios de generación, transmisión troncal, transmisión regional y distribución.

# CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL PROYECTO

## V.1. Consideraciones

### V.1.1. Aspectos Generales

Con motivo de la inundación del pozo sumidero de CMG-2 ocurrida el 18-08-2000, se realizaron diversos informes con los requerimientos de proyectos y mantenimiento iniciales solicitados por Proyecto Modernización Planta Guri para atacar los diferentes escenarios desfavorables que se presentaron.

Se ejecutaron una serie de acciones para restituir a sus condiciones normales de operación, el sistema de achique y sumidero de CMG-2. Entre estas acciones podemos mencionar:

1. Bomba de Sumidero, designada SP-1:

   - Reparación de la columna de descarga a nivel de la brida de unión con la tubería de descarga, mediante aplicación de aluminio por proceso TIG.

   - Reparación de los tensores de la Junta Dresser en la Tubería de descarga.

   - Verificación del funcionamiento de la válvula check, asociada a la válvula EU 13.

- Colocación de anclajes de sujeción en la tubería de descarga.

- Se instaló nuevo motor eléctrico de la bomba

2. Bomba de Sumidero, designada SP-2:

- Se instaló completamente la moto-bomba, con sus respectivos accesorios.

- Se repararon los anclajes de sujeción a la tubería de descarga.

- Se fabricó la tubería de descarga de unión a la válvula check.

- Se instaló un tablero de Alimentación Eléctrica Independiente, provisional, para incrementar la confiabilidad de este sistema.

3. Bomba de Achicamiento designada UP-3:

- Se reemplazaron los tensores de la junta Dresser en la tubería de descarga.

- Se reemplazaron los anclajes de sujeción en la tubería de descarga.

- Se reemplazó la válvula check.

Adicionalmente se solicitó Oferta al fabricante de las Bombas, “ITT INDUSTRIES”, para el suministro de una Bomba de Sumidero, la cual estará disponible en caso de falla o chequeo normal de una de las bombas existentes,

teniendo así dos bombas disponibles siempre, para dominar el flujo normal excesivo de agua al sumidero, de la forma prevista en el diseño del sistema.

Dentro del marco del Proyecto de Modernización de la Planta Guri, se prevé la intervención del sistema de achique y sumidero de CMG-2, cuya evaluación esta siendo desarrollada bajo los fundamentos de la metodología de Gerencia de Proyectos de CVG EDELCA, la cual incluye todos los elementos de análisis para la evaluación del proyecto desde la perspectiva empresarial.

En este proyecto se desarrolló un estudio de factibilidad del proyecto de mejora del sistema de achique y sumidero de CMG-2; a través del cual se analizan diferentes factores que pueden afectar la realización del proyecto de modernización de este sistema.

Con el proyecto de mejora del sistema de achique y sumidero de CMG-2, se busca aumentar la disponibilidad y eficiencia del mismo, mejorando los ciclos de mantenimiento para garantizar un nivel óptimo de funcionamiento, identificando y estudiando las variables que afectan el correcto funcionamiento del sistema.

### V.1.2. Descripción General del Sistema Achique y Sumidero de CMG-2 de acuerdo al diseño concebido originalmente y la forma de operación actual de los diferentes componentes de los sistemas de bombeo de sumidero y achique de las unidades de CMG-2.

Los sistemas de achique y sumidero de las Casas de Máquinas de la Planta Guri están diseñados para desalojar, mediante motobombas, las aguas que se depositan en el pozo sumidero de cada casa de máquinas, vertiéndolas luego hacia los canales de descargas a través de tuberías. En los pozos sumideros se

recolectan las aguas provenientes de todas las unidades generadoras y las aguas de todas las tuberías de drenaje de cada casa de máquinas que están por debajo de la cota 148 Mts.

Las estaciones de bombeo de los sistemas de achique y sumidero de Planta Guri están provistas de; Dos (2) bombas de achique 'UP" y dos (2) bombas de sumidero (SP) en CMG-1, cinco (5) bombas de achique "UP" y dos (2) bombas de sumidero (SP) en CMG-2. Además, cada estación cuenta con elementos electromecánicos para el manejo del sistema, como lo son los interruptores de diafragma, interruptores a presión, diferentes tipos válvulas (charnela, mariposa, ventosas, check, etc.), transmisores de presión y sus respectivos tableros de control para las válvulas de aire comprimido. Los equipos son alimentados eléctricamente desde los tableros de servicios auxiliares US-PMCC en CM 1 y CADS-1D en CM II. Las bombas UP son operadas manualmente cuando se requiere achicar alguna unidad por mantenimiento y las SP operan automáticamente por mando a través de los interruptores del flotador. En caso de emergencia, las bombas de achique pueden ser utilizadas como bombas de sumidero.

En el sistema sumidero de CMG-2, cada una de las bombas fue diseñada para una capacidad de 13.830 lpm, lo cual representa el 100 % del caudal estimado a ser colectado en el pozo, en condiciones de máximo flujo y que permite vaciar el pozo en un tiempo aproximado de 15 minutos y bombean contra una caída máxima de 64m. La primera bomba entra en funcionamiento automáticamente cuando el nivel en el pozo sumidero llega a alto nivel 1. Si el nivel sigue aumentando, la segunda bomba arrancará automáticamente al alto nivel 2. Si el nivel de agua continua aumentando, se acciona una alarma que indicará que las dos (2) bombas de achique de respaldo al sistema deben accionarse. El sistema de achique de respaldo al bombeo del sumidero, consta de 5 bombas diseñadas cada una para una capacidad de 15.000 lpm

Durante la operación de las turbinas de una planta hidroeléctrica se producen fugas de agua entre las piezas fijas y algunas piezas móviles, por los espacios necesarios para permitir la rotación de la unidad generadora. Estas fugas y cualquier otra filtración producto de la operación normal de la planta son drenadas a un tanque denominado “pozo sumidero”, que forma parte de la estructura civil de la casa de máquinas. Adicionalmente, para extraer esta agua fuera de la casa de máquinas, se cuenta con un sistema de bombeo que permite el achicamiento del pozo sumidero.

En CMG-2, según Figura 7, el sistema de bombeo está constituido por dos bombas de gran capacidad identificadas como SP1 y SP2, las cuales operan automáticamente dependiendo del nivel de agua en el pozo sumidero, con el propósito de mantener un nivel de agua por debajo del límite de regulación.

También se cuenta con un sistema de bombeo conformado por cinco bombas denominadas UP, cuyo objetivo principal es drenar el agua contenida en el tubo de aspiración cuando la máquina es parada para un mantenimiento que requiera esa precaución. Este sistema constituye adicionalmente otra alternativa como respaldo de achicamiento del pozo sumidero. Esta función se cumple a través de una tubería y una válvula de accionamiento neumático identificada como EU-1.

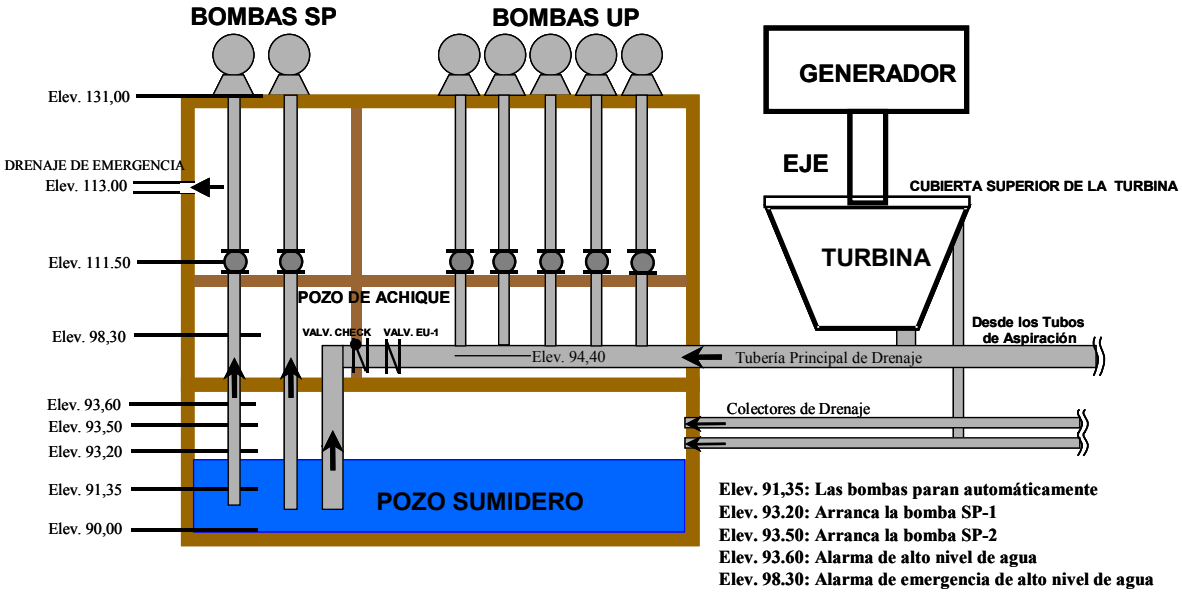



**Figura 7. Esquema del sistema de achique y sumidero Casa de Máquinas II - Central Hidroeléctrica "Simón Bolívar"**

Asimismo, para inundaciones en el piso 1 de CMG-2 existe una comunicación entre esta área y el pozo sumidero a través de una escotilla que permite drenar el agua del piso 1 mediante el pozo sumidero.

Por otro lado, en la cubierta superior de la turbina se acumula agua producto de filtraciones por el eje de la turbina y las paletas reguladoras, de manera natural por efecto del agua turbinada. Esta agua se drena por gravedad al pozo sumidero.

A fin de dar protección contra inundaciones por aguas provenientes de la cubierta superior de la turbina, como por ejemplo, la ruptura de un sello o cualquier otra causa, se cuenta con un sistema de protección que saca fuera de servicio a la respectiva unidad generadora, cuando el agua supera un límite

prefijado. Este sistema de protección se denomina “protección contra presencia excesiva de agua en la cubierta superior de la turbina”.

El sistema del pozo sumidero fue diseñado previendo que en casos extremos, puedan operar las dos bombas para desalojar el agua en el sumidero. Además las cinco bombas de achique pueden operar mediante la inundación de su cabezal de succión, a través de la válvula de accionamiento neumático, lo cual le proporciona al sistema una mayor confiabilidad.

## V.2. Evaluación de las diferentes opciones de desarrollo posibles, según la ubicación y características del sistema y aspectos constructivos asociados

### V.2.1. Sistema Eléctrico

#### V.2.1.1. Aspectos Generales

Los sistemas eléctricos que alimentan a los equipos de sumidero y achique de CMG-2, son los siguientes: dos (2) bombas de sumidero identificadas como SP-1 y SP-2; cinco (5) bombas de achique identificadas como UP-1, UP-2, UP-3, UP-4 y UP-5. La potencia de estas bombas es la siguiente:

| BOMBA | POTENCIA (HP) / BOMBA | VOLTAJE (V) |
|---|---|---|
| SP-1 y SP-2 | 250 | 480 |
| UP-1, UP-2, UP-3, UP-4 y UP5 | 200 | 480 |

**Tabla 1. Características de las bombas del sistema de achique y sumidero de CMG-2**

Estas bombas están alimentadas como se indica a continuación:

| BOMBA | TABLERO |
|---|---|
| SP-1 | CADS-1D (El. 131,00) |
| SP-2 | Sub-tablero con doble alimentación que llega una transferencia manual. Los alimentadores provienen uno del CADS-1U y otro del CADS-1D. (El. 131,00) |
| UP-1, UP-2, UP-3, UP-4 y UP5 | CADS-1D (El. 131,00) |

**Tabla 2. Alimentación de las bombas del sistema de achique y sumidero de CMG-2**

La alimentación de las luminarias y tomacorrientes del pozo del sumidero proviene del tablero LC21DB, ubicado en el área de Nave de Montaje Aguas Abajo El. 137,50.

Se identificaron las diferentes partes del sistema eléctrico asociadas a los sumideros de CMG-2, factibles de ser mejoradas de acuerdo con los lineamientos establecidos por CVG. Los cambios están fundamentados en la observación e información recopilada de las instalaciones durante el levantamiento realizado los días 25 y 26 de abril de 2005 y en la revisión de algunos planos de las áreas en estudio.

### V.2.1.2. Alcance

El alcance de la disciplina eléctrica abarca los aspectos siguientes:

- Identificación del sistema eléctrico asociado a los equipos del sumidero de CMG-2.

- Evaluación de la posibilidad de respaldar o separar la alimentación eléctrica de las bombas del sumidero.

- Suministro de alimentación eléctrica a equipos mecánicos y de instrumentación adicionales que se vayan a instalar como consecuencia de las mejoras incluidas en este proyecto.

- Evaluación del sistema de iluminación y tomacorrientes asociados con las áreas de los sumideros.

### V.2.1.3. Documentos de Referencia

- Plano No.102(13)HCE 3801R6 Servicios de C.A. para La Central, Diagrama Unifilar Básico

- Plano No.102(20)HCE2523R3 Diagrama Unifilar Servicios de la Central Hoja 6 (480 V-Auxiliares Comunes)

- Plano No.102(20)HCE2524R7 Diagrama Unifilar Servicios de la Central Hoja 7 (480V-Auxiliares COMUNES)

- Plano No.102(20)HCE2906R12 Conduits y puesta a tierra Galería de equipos aguas abajo Unidad 20, Elevación Aguas Abajo

- Plano No.102(20)HCE2936R1 Disposición de las Bandejas de Cables – Hoja 1

- Plano No. 239E946R4 Conduits y Puesta a Tierra Nave Montaje Sumidero

- Plano No.102(20)HCE2803 Disposición típica para el Neutro y Puesta a Tierra de los equipos

- Plano No.239E806R1 Servicios de C.A. para la central, Diagrama Unifilar, Hoja 3

- Plano No.102(20)HCE2801R4 Esquema General del sistema de puesta a tierra

### V.2.1.4. Opciones Evaluadas

#### V.2.1.4.1. Bombas de Sumidero

#### a. OPCIÓN 1

Proporcionar suministro eléctrico desde un tablero nuevo en 480 V, el cual estaría alimentado desde el CADS-2U ubicado en la Unidad 19 El. 131,00, para dos (2) bombas de achique y las dos (2) bombas de sumidero y el resto de las unidades de achique mantenerlas en el tablero existente CADS-1D **(Ver Anexo 1)**.

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| • El enlace de barra permite dividir las cargas en las dos barras (una bomba de sumidero y una de achique en cada barra). Tiene la ventaja de disminuir en condiciones normales de operación la carga de cada alimentador principal y proporciona mayor flexibilidad para realizar mantenimiento o reparaciones. | • La necesidad de desenergizar totalmente el tablero CADS-1D para poder ejecutar los trabajos de adecuación, lo que implica tener fuera de servicio simultáneamente las bombas de achique y una de sumidero. Esto requiere realizar una logística previa para garantizar la continuidad. |
| • Se dispondría de un equipo de última tecnología y de mayor confiabilidad. | • La longitud existente entre el CADS-2U y el tablero nuevo que estaría |

| | |
|---|---|
| | cerca de las bombas (Nave de Montaje) y la carga involucrada (900 HP sólo en bombas), lo que se traduce en cables de calibre muy grande y la dificultad que esto representa para su instalación. |
| • Permitiría la incorporación de un espacio en el mismo tablero para el PLC que controlaría las bombas. | • El requerimiento de potencia en el tablero CADS-2U debe ser como mínimo 900 HP por alimentador. |
| • La condición de operación de la bomba SP-2 mejoraría desde el punto de vista de seguridad con respecto a la situación actual, ya que se eliminaría la necesidad de operar la transferencia manual con el tablero abierto. | |

**b. OPCIÓN 2**

Reubicación de la alimentación de todas las bombas de achique en un nuevo tablero con doble alimentación en 4,16 kV, a través de los equipos siguientes:

- Un seccionador en 4,16 kV por cada alimentador
- Un transformador tipo seco de 4,16-0,48 kV por cada alimentador
- Un interruptor de potencia en 480 V por cada alimentador
- Un interruptor de potencia en 480 V de enlace de barras o una barra común
- Conjunto de barras y compartimientos equipados con interruptores y arrancadores para las bombas de achique

Todo lo anterior, manteniendo las Bombas de Sumidero asociadas a los tableros existentes CADS–1D y CADS-1U **(Ver Anexo 2).**

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| • El enlace de barra permite dividir las cargas en las dos barras (una bomba de sumidero y una de achique en cada barra). Tiene la ventaja de disminuir en condiciones normales de operación la carga de cada alimentador principal y proporciona mayor flexibilidad para realizar mantenimiento o reparaciones. | • La necesidad de desenergizar totalmente el tablero CADS-1D para poder ejecutar los trabajos de adecuación, lo que implica tener fuera de servicio simultáneamente las bombas de achique y una de sumidero. Esto requiere realizar una logística previa para garantizar la continuidad. |
| • Se dispondría de un equipo de última tecnología y de mayor confiabilidad. | • Esta opción requiere de un mayor espacio físico pues involucra más equipos. |
| • Permitiría la incorporación de un espacio en el mismo tablero para el PLC que controlaría las bombas. | • Como consecuencia de lo anterior esta opción es más costosa. |
| • El calibre de los alimentadores principales sería menor si se compara con la opción anterior pues se está considerando llevar la alimentación en 4,16 kV. | • Permanece la condición insegura de operación de la transferencia manual de la bomba SP-2. |
| • Mayor posibilidad de tener disponibilidad de reserva en los equipos de maniobra de la Central en 4,16 kV si se compara con la opción anterior. | |
| • La longitud del cableado también sería menor comparada con la opción anterior. | |

### c. OPCIÓN 3

Reubicación de la alimentación de dos (2) de las bombas de achique y dos (2) de sumideros en un nuevo tablero con doble alimentación en 4,16 kV, con los equipos siguientes:

- Un seccionador en 4,16 kV por cada alimentador

- Un transformador tipo seco de 4,16-0,48 kV por cada alimentador

- Un interruptor de potencia en 480 V por cada alimentador

- Un interruptor de potencia en 480 V de enlace de barras o una barra común

- Conjunto de barras y compartimientos equipados con interruptores y arrancadores para las bombas de achique, manteniendo la alimentación del resto de las bombas de achique del tablero CADS-1D **(Ver Anexo 3).**

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| • El enlace de barra permite dividir las cargas en las dos barras (una bomba de sumidero y una de achique en cada barra). Tiene la ventaja de disminuir en condiciones normales de operación la carga de cada alimentador principal y proporciona mayor flexibilidad para realizar mantenimiento o reparaciones. | • La necesidad de desenergizar totalmente el tablero CADS-1D para poder ejecutar los trabajos de adecuación, lo que implica tener fuera de servicio simultáneamente las bombas de achique y una de sumidero. Esto requiere realizar una logística previa para garantizar la continuidad. |
| • Se dispondría de un equipo de última tecnología y de mayor confiabilidad. | • Esta opción requiere de un mayor espacio físico pues involucra más equipos. |
| • Permitiría la incorporación de un espacio en el mismo tablero para el PLC que controlaría las bombas. | • Como consecuencia de lo anterior esta opción es más costosa que las opciones 1 y 2. |
| • El calibre de los alimentadores principales sería menor si se compara con la opción anterior pues se está considerando llevar la alimentación en 4,16 kV. | |
| • Mayor posibilidad de tener disponibilidad de reserva en los equipos de maniobra de la Central en 4,16 kV si se compara con la opción anterior. | |
| • La longitud del cableado también sería menor comparada con la opción anterior. | |
| • Se elimina la condición actual de alimentación de la bomba SP-2. | |

### V.2.1.4.2. Iluminación y Tomacorrientes

Sustitución de luminarias y lámparas por otras de mayor eficiencia y mayor flujo luminoso, que puedan trabajar sumergidas. Se contempla reubicación de luminarias en zonas adyacentes a plataformas.

En cuanto a tomacorrientes, se puede incrementar el número de ellos fuera del pozo en la EL 113.00 cercano a la escotilla de acceso.

#### V.2.1.4.3. Ventilación forzada

Se ubicara un alimentador para el sistema de ventilación forzada desde un tablero existente o desde uno de los propuestos para la alimentación de las bombas de Achique y Sumidero.

### V.2.1.5. Resultados

Previo a la selección de la opción más viable, se identificó el sistema de alimentación eléctrica de CMG-2, lo que permitió analizar sus vulnerabilidades y en consecuencia plantear las diferentes opciones de mejora, considerando además la logística previa que debe existir al momento de ejecutarse los trabajos de instalación de los nuevos equipos.

De las opciones planteadas para el sistema de achique y sumidero de CMG-2, se recomienda las Opción 3 que, a pesar de ser la más costosa, representa una garantía de mejoras en términos de confiabilidad, operación y mantenimiento. Esto implica la incorporación de equipos nuevos de última tecnología y mayor confiabilidad, cumpliendo con el objetivo fundamental del Proyecto de Modernización de la Planta Guri.

En cuanto a iluminación, se recomienda sustituir luminarias y lámparas por otras de mayor eficiencia y mayor flujo luminoso, adecuadas al ambiente en que se encuentran.

### V.2.2. Sistema de Instrumentación

#### V.2.2.1. Aspectos Generales

Con el objeto de determinar el alcance de los trabajos contemplados en este proyecto, se realizó una visita al sumidero de CMG-2 encontrándose que algunos dispositivos de control no poseen tecnología reciente, sino que son manejados por dispositivos mecánicos, como por ejemplo los instrumentos de nivel para el control de las bombas de sumidero en las tres áreas. Además las válvulas y sus respectivos interruptores de posición a las descargas de las bombas de sumidero y achique se encuentran en mal estado. Dichas válvulas son completamente neumáticas y son controladas por un panel de válvulas manuales ubicado en cada área.

Considerando que los equipos asociados al sistema han completado su vida útil de diseño y que las labores de mantenimiento y reparación de los instrumentos no se pueden efectuar adecuadamente, por razones de obsolescencia y carencia de partes de repuestos en el mercado local, se propone el reemplazo y la adquisición de nueva instrumentación con tecnología de punta que reemplazará a los equipos existentes, constituyendo esto parte de las modificaciones y reemplazos requeridos objeto del presente proyecto para garantizar un operación segura y confiable del sistema de achique y sumidero de CMG-2. Esto traería como ventaja la fácil adquisición de repuestos para el mantenimiento preventivo y correctivo de dicha instrumentación y la transmisión de señales a la sala de control.

### V.2.2.2. Alcance

El diseño de la modernización de los instrumentos ubicados en el pozo sumidero de CMG-2 está comprendida por:

- Reemplazo de aquella instrumentación existente que presenta tecnología antigua por instrumentación de última tecnología. Dentro de los posibles instrumentos a reemplazar podremos encontrar: indicadores de nivel (presión diferencial), interruptores de flujo, manómetros, válvulas neumáticas en conjunto con los interruptores de posición ubicados en las descargas y succión de las bombas de achique/sumidero e interruptores de nivel.

- Inclusión instrumentación adicional que permita lograr una mayor confiabilidad y eficiencia en el control y monitoreo del sistema de Achique y Sumidero.

### V.2.2.3. Documentos de Referencia

- MAGNETROL - F10 Flow Switches – Manual de Selección del Instrumento

- MAGNETROL - T10 Float Level Switch – Manual de Selección del Instrumento

- WIKA – Transmisor de Nivel de Líquidos Sumergible Modelo 891.13.535 – Guía rápida para usuarios.

- Plano No. 102(004) EL-51-5008-R00: Ubicación de Instrumentos Bombas de Achicamiento y Sumidero Servicios Comunes CM1 EL. 131.00

- Plano No. 102(004)EL-52-5003-R00 Ubicación de Instrumentos Bombas de Achicamiento y Sumidero Servicios Comunes CM2 EL. 131.00

- Plano No. 102(004)EL-51-5010-R00 Ubicación de Instrumentos Sumidero de Presa Servicios Comunes CM1 EL. 124.00

### V.2.3. Sistema Mecánico

#### V.2.3.1. Aspectos Generales

En este estudio se analiza la ubicación ciertos aportes de agua que actualmente se encuentran situados muy cerca de la succión de las bombas y que causan un nivel de ruido excesivo durante la operación normal de las bombas y afectan su eficiencia. Para corregir este aspecto se proponen algunas opciones para evitar el choque directo del agua hacia la succión de las bombas y con ello evitar que las mismas succionen aire por la turbulencia que se forma durante la succión. El análisis y las recomendaciones se basan en lo establecido en las normas del Hydraulic Institute que regulan la correcta disposición en los aportes de agua.

Adicionalmente se tiene previsto realizar la sustitución de todas las válvulas de succión y descarga de los sistemas, sustituyéndolas por nuevas válvulas con un nuevo actuador, basándose en los criterios de diseño recomendados por los fabricantes de válvulas y actuadores en función a los requerimientos propios de los sistemas del pozo sumidero.

### V.2.3.2. Alcance

Los siguientes aspectos que serán analizados:

- Sustitución de las válvulas EU-3, EU-5, EU-7, EU-9 y EU-11 con sus actuadores, a la succión de las bombas de achique UP-1 hasta UP-5 en la CMG-2.

- Sustitución de las válvulas EU-4, EU-6, EU-8, EU-10, EU-12 y sus actuadores, ubicadas a la descarga de las bombas de achique UP-1, UP-2, UP-3, UP-4, UP-5 de CMG- 2, así como la sustitución de la válvula EU-13 con su actuador en la descarga de la bomba de sumidero SP-1, también en CMG-2.

- Revisión de la ubicación de todas las tuberías de aporte de agua al pozo sumidero establecidas en los niveles 90 y 93,60 m para CMG-2, de las cuales algunas de ellas se encuentran muy cercanas a la succión de las bombas ocasionando perdidas en el rendimiento de las bombas.

### V.2.3.3. Documentos de Referencia

- Memorando de diseño de los pozos sumideros de CMG-2, documento N° M-21.

- Diagramas de flujo del pozo sumidero de CM-2, documento N° 102(20) HCM-2012.

- Planos Tubería Sumidero hojas 1 y 2 de CMG-2.

### V.2.3.4. Opciones Evaluadas

Con el propósito de proponer soluciones de mejoras a los sistemas mecánicos presentes en el pozo sumidero, luego de visitar el lugar y revisar la información se han analizado las siguientes opciones de mejoras:

#### V.2.3.4.1. Cambio de las válvulas con su actuador de Interconexión Sistemas de Achique y Sumidero

**a. OPCIÓN 1: Válvula EU-1 (CM-2)**

Para obtener una mayor confiabilidad en el sistema, y conociendo la importancia del correcto funcionamiento de estas válvulas, ya que representan el respaldo del sistema de achique y sumidero, se propone realizar el cambio del conjunto válvula / actuador existente por el uso de una válvula con actuador neumático de doble acción. El hecho de ser doble acción aumenta considerablemente la confiabilidad del sistema.

Otra opción es utilizar un actuador del tipo neumático con retorno por muelle (resorte) y una tercera es utilizar un tipo de actuador neumático con pistón que sería provisto de un depósito hidráulico de presión, el cual se acciona en caso de falla del suministro de aire y la presión requerida dependerá del torque que tenga que ejercer la válvula al momento de la apertura o cierre. Estas válvulas deberán poseer interruptores de posición abierto / cerrado para conocer su estado en cualquier momento.

**b. OPCIÓN 2: Sustitución de las Válvulas Principales del Sistema de Achique y Sumidero tanto a la Descarga como a la Succión**

Esta mejora plantea sustituir las válvulas principales debido al largo tiempo que tienen operando, para disminuir los trabajos de mantenimiento correctivo y paradas y al instalar además un sistema de accionamiento de doble acción, aumenta la confiabilidad del sistema.

La sustitución de válvulas con sus actuadores incluye a las siguientes:

- Succión Bombas de Achique CMG-2: EU-3; EU-5; EU-7; EU-9; EU-11
- Descarga Bombas Achique CMG-2: EU-4; EU-6; EU-8; EU-10; EU-12
- Descarga Bombas Sumidero CMG-2: Válvula EU-13 (EU-14 dependiendo del actuador)

### V.2.3.4.2. Reubicación de aportes de agua a los pozos

Se verificó la ubicación del resto de los aportes de agua basado en lo establecido en la Norma del *Hydraulic Institute* (HI), evaluando las distancias mínimas de separación entre los aportes de agua y la succión de las bombas para establecer la conveniencia de un cambio de dirección del flujo o colocar placas de desviación (bafer) para evitar la turbulencia en la succión de las bombas.

En CMG-2 se realizó una evaluación, encontrándose la ubicación de los aportes de agua dentro de las normas.

### V.2.3.4.3. Mejoras al Sistema de Ventilación

A continuación se describen dos opciones de mejoras evaluadas para la ventilación en el pozo sumidero. En ambos casos se ha considerado que la ventilación deberá ser proporcionada a través de las rejillas y escotillas. Se ha considerado además que el sistema de ventilación a instalar debe ser de tipo temporal, es decir, se deberá instalar sólo en las oportunidades que requieran la presencia de personal dentro del pozo, debido a las limitaciones de espacio y para evitar obstrucciones permanentes.

#### Ventilación Forzada

Se observa la necesidad de instalar ventilación forzada, ya que la condición de humedad es alta. La profundidad en el pozo requiere de cierto esfuerzo corporal y la presencia de sólo dos escotillas muy alejadas de la zona de trabajo dificulta la entrada del aire fresco, propiciando condiciones de poco confort para realizar las labores de mantenimiento o inspección detallada de los equipos en el lugar.

Para ello se ha evaluado la posibilidad de instalar un equipo que cumpla con los requerimientos del sitio: facilidad de instalación, robustez, buenos niveles de ventilación y bajo ruido, considerando que su funcionamiento es ocasional solo para inspección o mantenimiento no frecuente. Se considera instalar un sistema de extracción y no de suministro de aire por las ventajas de extraer partículas en suspensión que molesten al personal, filtrar el aire de ser requerido antes de ser expulsado al exterior y evitar introducir partículas extrañas en el área de trabajo.

Este sistema sería diseñado cumpliendo la normativa de realizar 10 cambios de aire en la zona de trabajo y para ello se colocarían ductos cilíndricos o

rectangulares metálicos fijados en la pared y el techo de los entre pisos, desde el nivel 131.00 hasta los niveles inferiores donde se realizara el mantenimiento, completando con tramos portátiles con conexiones flexibles en las escotillas de paso del personal 131.00 y 111.00 de CMG-2, con lo cual se disminuye el espacio libre sólo en los momentos de requerir los trabajos de mantenimiento, dejándolos libre una vez concluidos los trabajos.

Se colocarían dos difusores, uno en cada nivel de trabajo. Serán ubicados en los niveles 111.00 y 93.60, para la captura del aire en cada nivel, el aire fresco entrará libremente por las escotillas logrando el efecto deseado de extraer el aire estancado y reemplazarlo por el aire fresco de la superficie.
El diámetro aproximado de los ductos de extracción será de 28" desde el nivel 131.00 hasta el 111.00 y 20” desde el nivel 111.00 hasta el 93.60.

Finalmente en el nivel 131.00, donde se ubican los motores de las bombas, se colocará un ventilador extractor sobre un skid para fácil traslado desde el depósito o almacén que pudiera ser usado, indistintamente en cada fosa ya que se estima que los trabajos no se realizan de forma simultánea.

Para disponer el aire una vez extraído desde las fosas hasta el nivel 131.00 se estiman dos opciones. Una de ellas es trasladarlo desde el ventilador con un ducto de unos 10 metros de largo y expulsarlo en el mismo nivel 131.00. La otra opción es llevarlo al exterior mediante la colocación de un ducto armado por tramos, desde la unidad de ventilación hasta algún punto que comunique al exterior. Si esta segunda opción no fuese posible la primera seria la única opción factible.

**Suministro de Aire Comprimido**

Se evaluó como segunda opción la posibilidad de instalar un sistema de suministro de aire comprimido mediante tuberías desde el nivel 131.00 hasta los niveles destinados para los trabajos de mantenimiento, en donde 3 o 4 operadores, pudieran conectarse a la red con una manguera y una mascarilla especial para estos casos.

El diámetro de la tubería sería de aproximadamente 2” según la cantidad de operadores requeridos, e igualmente se podría colocar en las escotillas mangueras con conexiones rápidas que solo disminuyen el área de paso cuando estén efectuando las labores de mantenimiento.

Esta opción garantiza el suministro del aire fresco, sin embargo la temperatura en el lugar no seria modificada, logrando solo un confort parcial.

A continuación se describen las ventajas y desventajas de cada sistema:

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| Se extrae el aire contenido en las fosas, sustituyéndolo por aire fresco | Requiere ductos de diámetros altos que su ubicación en las escotillas para los pasos de personal pudieran quedar semi obstruida |
| Se logra disminuir la temperatura en la fosa aproximadamente a la misma temperatura del nivel 131.00 | Si el equipo falla nos quedaremos sin sistema de ventilación, no se ha dispuesto respaldo. |
| Se podrá usar un solo ventilador para ventilar ambos pozos, ahorrando el uso del segundo equipo | Los empalmes en las escotillas pueden presentar fugas que disminuyan la eficiencia del sistema. |
| El aire puede ser filtrado antes de ser expulsado | El costo de suministro e instalación será mayor al requerido por un sistema de aire comprimido |
| El aire puede ser expulsado al exterior del edificio o dentro de este si el mismo no altera la calidad del aire. | Para ser usado un sólo ventilador para ambos pozos, se requiere de un adaptador para el caso menos exigente. |
| El sistema puede ser preferiblemente por extracción sin descartar totalmente el proceso por inyección | La unidad de ventilación no puede ser usada labores de mantenimiento distinta a los pozos sumideros. |
| Se logra el objetivo requerido, el cual es aire fresco respirable y una temperatura aceptable para realizar las labores de mantenimiento. | |

**Tabla 3. Cuadro comparativo de ventajas y desventajas del sistema de Ventilación Forzada**

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| Requiere tuberías de diámetros aprox. de 2" a 3" sin obstruir las escotillas destinadas a los pasos de personal. | Requiere de un compresor de aire y de un disecante para lograr aire apto para la respiración humana. |
| El costo de adquisición y montaje será menor que el requerido por el sistema de ventilación. | El aire solo puede ser usado para la respiración del operador, sin embargo la temperatura del ambiente se mantendrá alta reduciendo la comodidad de los operadores. |
| La unidad compresora puede ser usada en otras labores de mantenimiento, además de los dos pozos sumideros. | No se extrae el aire de la fosa, el suministro solo será para lograr el mínimo requerido para la respiración de los operadores. |
| Se podría usar un sólo compresor para el suministro de aire comprimido a cada fosa independientemente, ahorrando el uso del segundo equipo | Si el equipo falla nos quedaremos sin sistema de aire comprimido, pues no se ha estimado respaldo. |

**Tabla 4. Cuadro comparativo de ventajas y desventajas del sistema de Suministro de Aire Comprimido**

### V.2.3.5. Resultados

Como parte de las mejoras a realizar en el sistema de achique y sumidero de CMG-2, en cuanto al sistema mecánico, se recomienda sustituir todas las válvulas y actuadores listados en el punto **V.2.3.4.1.**, ubicados en la succión y descarga de las bombas de achique UP y sumidero SP en el pozo de CMG-2. Se recomienda además colocar un sistema de ventilación portátil de extracción de aire en el pozo para mejorar las condiciones de trabajo dentro del sumidero, con las variantes a estudiar posteriormente de expulsar el aire en el nivel 131.00 o llevarlo al exterior, condición que deberá ser discutida con CVG EDELCA por las condiciones especiales que tiene la estructura del edificio.

### V.2.4. Resumen de Resultados

| Sistema Eléctrico | Sistema de Instrumentación | Sistema Mecánico |
|---|---|---|
| Reubicación de la alimentación de dos (2) de las bombas de achique y dos (2) de sumideros en un nuevo tablero con doble alimentación en 4,16 kV. | Reemplazo de aquella instrumentación existente que presenta tecnología antigua por instrumentación de última tecnología | Sustitución de la válvula EU-1 y las válvulas principales del Sistema de Achique y Sumidero tanto a la descarga como a la succión |
| Sustitución de luminarias y lámparas por otras de mayor eficiencia y mayor flujo luminoso, adecuadas al ambiente en que se encuentran. | Inclusión instrumentación adicional que permita lograr una mayor confiabilidad y eficiencia en el control y monitoreo del sistema de Achique y Sumidero. | Colocación de un sistema de ventilación portátil de extracción de aire en el pozo para mejorar las condiciones de trabajo dentro del sumidero (Ventilación Forzada) |

## V.3. Desarrollo de las opciones seleccionadas para la mejora del Sistema de Achique y Sumidero de CMG-2

### V.3.1. Sistema Eléctrico

#### V.3.1.1. Alcance

La ingeniería básica del Estudio de Factibilidad para la Mejora del Sistema de Achique y Sumidero de CMG-2, correspondiente a la disciplina de electricidad, comprende las actividades que se describirán a continuación, basadas en la selección de la opción planteada en dicha disciplina. Las actividades son las siguientes:

1. Respaldo del suministro eléctrico para las bombas de sumidero y achique: Elaboración de diagrama unifilar y esquema de ubicación de equipos eléctricos, considerando el respaldo del suministro eléctrico a las bombas de sumidero y achique de CMG-2, reubicando la alimentación eléctrica de tres (3) bombas de achique a un nuevo tablero. Las bombas de sumidero tendrán los siguientes esquemas: para la SP-1 se instalará un gabinete de transferencia manual a la cual llegarán dos alimentadores: uno del tablero CADS-1D de donde se alimenta la bomba actualmente y otro del tablero CADS-1U. El esquema de alimentación para la SP-2 quedará como está actualmente.

2. Evaluación de la iluminación y tomacorrientes a las áreas asociadas a los sumideros: En CMG-2 se considerará la incorporación de luminarias adicionales a las existentes en los pozos de sumidero, considerando el reemplazo del tipo de luminaria existente por otro de mayor eficiencia y que pueda funcionar sumergida. Con relación a los tomacorrientes se evaluará si se requiere aumentar su número para alimentar algunas cargas adicionales.

3. Alimentación eléctrica de cargas de ventilación de los pozos, sistemas de izamiento y movilización de equipos y sistemas de control e instrumentación: Con relación a este punto se evaluará la demanda eléctrica de los diferentes equipos y se ubicarán los alimentadores con sus protecciones eléctricas asociadas, bien sea desde tableros existentes o desde los tableros nuevos.

### V.3.1.2. Memoria Descriptiva

El proyecto de ingeniería básica de la disciplina de electricidad contempla la elaboración de diagramas unifilares y planos de ubicación de equipos eléctricos que permitirán:

- Mejorar el suministro eléctrico de las bombas de CMG-2.

- Mejorar el sistema de iluminación y tomacorrientes de las áreas asociadas al sumidero.

- Proporcionar alimentación a las cargas nuevas, asociadas a ventilación de pozos, sistemas de izamiento y movilización y sistemas de control e instrumentación.

#### V.3.1.2.1. Suministro Eléctrico de las Bombas de Sumidero y Achique

El esquema propuesto para mejorar el suministro eléctrico de las bombas del sumidero y achique para CMG-2 contempla la adquisición de un tablero nuevo al cual se conectarían las cargas asociadas al sumidero, como se indica a continuación:

- Tres (3) bombas de achique.

- El tablero de control neumático de las válvulas de achicamiento y del sumidero.

- Sistema de ventilación para el pozo del sumidero, circuitos adicionales para iluminación.

- Sistema de control (PLC).

La ubicación propuesta para el nuevo tablero es en la El. 131,00 frente al tablero para auxiliares comunes CADS-1D, como se indica en el plano de Disposición de Equipos Eléctricos (Adición de Nuevo Tablero). N° 102(XX)E-52-152-RA **(Ver Anexo 4).**

Adicionalmente, para la bomba de sumidero SP-1 se contempla la instalación de un gabinete de transferencia manual, similar al existente para la SP-2, ubicado en el sitio que ahora ocupa el tablero que alimenta las bombas sumergibles. A este gabinete de transferencia llegarían: un alimentador desde el CADS-1D que es desde donde están actualmente alimentada la bomba y otro alimentador desde el CADS-1U. En este último tablero se deberá instalar un interruptor similar al instalado en el CADS-1D para la bomba SP-1.

Las canalizaciones se realizarán vía bandejas de cables tanto para los de potencia como los de control, a excepción de los circuitos nuevos de iluminación que se instalarán utilizando conduits rígidos empotrados en el piso hasta llegar a las aberturas de las escotillas, para luego emplear canalización expuesta dentro del pozo hasta las luminarias. El enrutamiento de los cables a través de bandejas podría implicar la reubicación de luminarias existentes en

esta zona, lo que incluiría estudiar la distribución de luminarias a fin de mantener los niveles actuales de iluminación. La puesta a tierra del tablero se realizará a la malla existente en el piso de la El. 131,00.

En cuanto a la logística de desmontaje e instalación, para el caso de las bombas de sumidero, sólo se impacta la SP-1, pues se incorporará el tablero de transferencia para su alimentación. En el caso de las bombas de achique, se tienen cinco (5) en total, de las cuales tres (3) de ellas se conectarán al nuevo tablero, no siendo tan problemático el cambio de su alimentación.

También en este caso se prevé la alimentación del sistema de ventilación portátil desde el nuevo tablero.

El diagrama unifilar del nuevo tablero se muestra en el plano Diagrama Unifilar de Tableros CADS-1D Y CADS-2D, N° 102(XX)E-52-156-RA **(Ver Anexo 5)**. La configuración de este diagrama comprende la llegada con los dos alimentadores nuevos en 4,16 kV provenientes de los equipos de maniobra SSS-13 y SSS-16. En estos equipos de maniobra se utilizarán interruptores existentes. La llegada al nuevo tablero se hará a celdas de seccionador sin carga en 4,16 kV. Este seccionador se conecta vía barras al devanado primario del transformador. Luego, el devanado de baja tensión del transformador se conectará vía barras a los interruptores principales del tipo automático extraíble y adicionalmente el conjunto contempla un interruptor de enlace provisto de enclavamiento eléctrico con los principales, de forma que dos (2) de los tres interruptores puedan estar cerrados simultáneamente. En resumen, las características generales del conjunto serán:

- **Seccionador**: de apertura sin carga, sin fusibles, en 4,16 kV, con enclavamiento electromecánico con el interruptor asociado en baja de tensión, de forma que no se podrá abrir si el interruptor está cerrado.

- **Transformador:** tipo seco, de bobina encapsulada en resina epóxica, 4,16 - 0,48 kV, con previsión para ventilación forzada. En cuanto a la capacidad para el transformador se estima su valor nominal en 750 kVA. Adicionalmente, se puede plantear la alternativa de instalar un transformador con capacidad igual a los existentes instalados para los tableros de los servicios comunes y de las unidades, es decir, de 1000 kVA nominales, con previsión para ventilación forzada. Esta alternativa permitiría a CVG EDELCA poder reemplazar un transformador del nuevo tablero por otro similar a los existentes en caso de falla.

- **Interruptores Principales y de Enlace de Barras:** Interruptores de potencia automáticos, extraíbles, con mecanismo accionado con motor eléctrico, provisto con protecciones electrónicas de sobrecorriente (instantáneo, tiempo corto, tiempo largo), de falla a tierra, posibilidad de accionamiento manual, indicación de posición de los contactos. En los compartimientos de los interruptores principales se tendrán los dispositivos de medición, control y protección, incluyendo los transformadores de potencial y de corriente.

- **Tablero de distribución en 480 V:** Internamente debe comprender barras horizontales y verticales y compartimientos para las salidas a las diferentes cargas. Estos compartimientos deberán estar diseñados con tecnología anti-arco eléctrico, tipo extraíble, de los tamaños requeridos según el Diagrama Unifilar de Tableros CADS-1D Y CADS-2D, N° 102(XX)E-52-156-RA **(Ver Anexo 5)**.

### V.3.1.2.2. Sistema de Iluminación

En la iluminación del pozo del sumidero se consideran los aspectos siguientes:

- Sustituir el tipo de luminaria actual que es incandescente con bombillos de 100W por otro de tipo fluorescente o halógena, diseñada para trabajar sumergida.

- Aumentar el número de luminarias, ubicando las adicionales en sitios cercanos a plataformas o descansos de la nueva escalera que se instalará en el pozo.

- Sustituir la canalización existente, por otra que sea hermética utilizando sellos en los puntos de conexión.

- Contemplar reservas en el tablero de iluminación a ser instalado en el centro de control de motores nuevo, para tomacorrientes que puedan estar destinados a sistemas de iluminación portátiles.

## V.3.2. Sistema de Instrumentación

### V.3.2.1. Alcance

Dentro del alcance de los trabajos de instrumentación de las bombas de sumidero de CMG-2 están la incorporación de equipos nuevos de última tecnología y mayor confiabilidad, que proporcionarán un mejor respaldo a esos

sistemas. Basadas en los resultados obtenidos en la etapa anterior en la disciplina de instrumentación, las actividades son las siguientes:

1. **Modernización de los Instrumentos del sumidero de CMG-2.**

   - Reemplazo de aquella instrumentación existente que presenta tecnología antigua por instrumentación de última tecnología. Dentro de los instrumentos a reemplazar se encuentran: manómetros, válvulas neumáticas (EU-1) en conjunto con los interruptores de posición.

   - Inclusión de instrumentación adicional que permita lograr una mayor confiabilidad y eficiencia en el control y monitoreo del sistema de sumidero de CMG-2.

2. **Sistema Neumático para el accionamiento de las válvulas de control de las bombas de achique de CM-2.**

   - Reemplazo del panel de control neumático de apertura y cierre de las válvulas ubicadas en la succión y descarga de las bombas de achique por un sistema de control digital basado en un PLC y un Panel Visualizador, proveyendo de esta manera una mayor confiabilidad en el control y permitiendo al operador un mejor manejo de estas.

   - Inclusión de válvulas solenoides (electro válvulas) en cada una de las válvulas a la succión y descarga de las bombas de achique de CMG-2 de manera de lograr un control digital de apertura y cierre de estas a través del PLC/Panel Visualizador mencionado en el punto anterior.

Este alcance resulta como consecuencia de las decisiones tomadas conjuntamente con CVG EDELCA en reunión del día 26/05/05 en la cual se analizaron las diferentes opciones y se seleccionaron las descritas anteriormente.

### V.3.2.2. Memoria Descriptiva

El proyecto contempla el desarrollo de la ingeniería necesaria, incluyendo, planos y especificaciones técnicas que permitirán el suministro e instalación de las siguientes mejoras:

#### V.3.2.2.1. Modernización y Reemplazo de los Instrumentos Ubicados en el Pozo Sumidero de Casa de Máquinas II

Toda la instrumentación a incorporar o a reemplazar en esta área se encuentra identificada en el Plano de Ubicación de Instrumentos No. 102(XX)E-52-100 **(Ver Anexo 6)**. Los códigos de identificación (Tag) de los instrumentos que no se encuentran indicados serán definidos en Ingeniera de Detalles y de acuerdo con los estándares de CVG EDELCA. Dentro de los trabajos a realizar podemos mencionar:

- Mantenimiento al manómetro ubicado en la descarga de la bomba de sumidero SP-1 ya que no se encuentra lleno de líquido (glicerina o silicona) para evitar error en la lectura por vibración, además de la sustitución del arreglo mecánico de estos manómetros ya que no tienen la posibilidad de venteo y drenaje.

- Incorporación de interruptores de presión a la succión de las bombas de achique de manera de adicionar otra protección además de los interruptores de flujo actualmente instalados en la descarga de estos y los cuales actuarán como permisivo en el arranque de estas.

- Reemplazo o inspección de acuerdo a la siguiente tabla de las válvulas neumáticas en conjunto con los interruptores de posición, ubicadas a la succión y descarga de las bombas de sumidero y achique. Estas válvulas deberán ser del tipo actuador de doble acción (tipo presión diferencial) lo cual permitirá un mejor manejo de estas desde el punto de vista operacional a través de electro válvulas. Dentro de las válvulas a reemplazar o inspeccionar tenemos las siguientes:

| Válvula | Dimensión | Limit switch asoc. | Acción | Equipo asociado |
|---|---|---|---|---|
| EU-1 | 36” | CM02-AS-MI-33EU1-O CM02-AS-MI-33EU1-C | Reemplazo | DESDE SUMIDERO HACIA SUCCION DE BOMBAS DE ACHIQUE. |
| EU-2 | 6” | CM02-AS-MI-33EU2-O CM02-AS-MI-33EU2-C | Inspección | HACIA SUMIDERO DESDE TUBOS DE ASPIRACION. |
| EU-3 | 18” | CM02-AS-MI-33EU3-O CM02-AS-MI-33EU3-C | Inspección | SUCCION BOMBA DE ACHIQUE UP-1 |
| EU-4 | 12” | CM02-AS-MI-33EU4-O CM02-AS-MI-33EU4-C | Inspección | DESCARGA BOMBA DE ACHIQUE UP-1 |
| EU-5 | 18” | CM02-AS-MI-33EU5-O CM02-AS-MI-33EU5-C | Inspección | SUCCION BOMBA DE ACHIQUE UP-2 |
| EU-6 | 12” | CM02-AS-MI-33EU6-O CM02-AS-MI-33EU6-C | Inspección | DESCARGA BOMBA DE ACHIQUE UP-2 |
| EU-7 | 18” | CM02-AS-MI-33EU7-O CM02-AS-MI-33EU7-C | Inspección | SUCCION BOMBA DE ACHIQUE UP-3 |

**Tabla 5a. Válvulas a ser Reemplazadas/Inspeccionadas en el Pozo Sumidero de CMG-2**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| EU-8 | 12” | CM02-AS-MI-33EU8-O CM02-AS-MI-33EU8-C | Inspección | DESCARGA BOMBA DE ACHIQUE UP-3 |
| EU-9 | 18” | CM02-AS-MI-33EU9-O CM02-AS-MI-33EU9-C | Inspección | SUCCION BOMBA DE ACHIQUE UP-4 |
| EU-10 | 12” | CM02-AS-MI-33EU10-O CM02-AS-MI-33EU10-C | Inspección | DESCARGA BOMBA DE ACHIQUE UP-4 |
| EU-11 | 18” | CM02-AS-MI-33EU11-O CM02-AS-MI-33EU11-C | Inspección | SUCCION BOMBA DE ACHIQUE UP-5 |
| EU-12 | 12” | CM02-AS-MI-33EU12-O CM02-AS-MI-33EU12-C | Inspección | DESCARGA BOMBA DE ACHIQUE UP-5 |
| EU-13 | 12” | CM02-AS-MI-33EU13-O CM02-AS-MI-33EU13-C | Inspección | DESCARGA BOMBA DE SUMIDERO SP-1 |
| EU-14 | 12” | CM02-AS-MI-33EU14-O CM02-AS-MI-33EU14-C | Inspección | DESCARGA BOMBA DE SUMIDERO SP-2 |

**Tabla 5b. Válvulas a ser Reemplazadas/Inspeccionadas en el Pozo Sumidero de CMG-2**

- Suministro de (2) válvulas tipo mariposa y actuador tipo presión diferencial que sirvan como repuesto en caso de que en la inspección, alguna válvula se encuentre defectuosa o para propósitos de la logística de inspección sin afectar la operación de los sistemas, de acuerdo a la siguiente tabla:

| CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | REPUESTO A SER UTILIZADO EN |
|---|---|---|
| 2 | 12”-150# R WAFER VALVE | EU4, EU6, EU8, EU10, EU12, EU13, EU14 |
| 2 | 18” ”-150# R WAFER VALVE | EU3, EU5, EU7, EU9, EU11 |
| 2 | 6” ”-150# R WAFER VALVE | EU2 |

**Tabla 6. Válvulas de Repuesto**

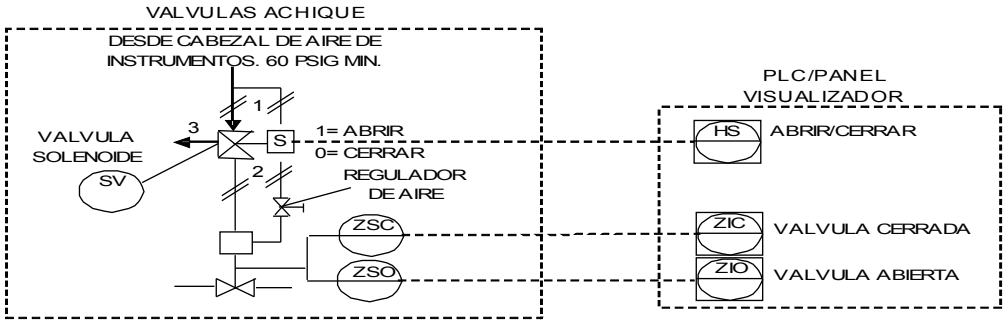
### V.3.2.2.2. Sistema de Accionamiento Neumático de las Válvulas de Control de las Bombas de Achique ubicadas en Casa de Máquinas II

Dentro de los trabajos a realizar están los siguientes:

- Instalación de un PLC, para controlar manualmente las bombas de achique y las válvulas EU ubicadas a la descarga y succión de estas bombas.

- Reemplazo en el panel de control de las válvulas EU1, EU2, EU3, EU4, EU5, EU6, EU7, EU8, EU9, EU10, EU11 y EU12 por un cuadro de electro válvulas manejadas por un PLC Nuevo de control mediante salidas discretas (DO) en 24 VDC.

El esquema general propuesto de las electro válvulas (válvulas solenoides), se muestra en la Figura 8.




| LOGICA | VOLT. | VALVULA ACHIQUE | VALVULA SOLENOIDE | I/O TYPE |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 24 VDC | ABRIR | 2 ---> 3 | DO(24 VDC) |
| 0 | 0 VDC | CERRAR | 1 ---> 2 | DO(24 VDC) |

**Figura 8. Esquema General de control a través de válvulas solenoides e interruptores de posición del Sistema de Achique.**

- El interfase hombre-máquina a utilizar es una pantalla de contacto (touch screen) que permite operar y visualizar el proceso y operación de las válvulas EU y bombas de achique en forma animada.

- La alimentación de los equipos a instalar, el PLC y la pantalla de contacto (touch screen) se hará a través de un UPS. Para la alimentación de las electroválvulas se deberá utilizar la salida discreta del PLC en 24 Vdc.

- El banco de electro válvulas está formado por 12 electroválvulas de dos posiciones.

- Para proteger las bombas de los casos de cavitación se utilizaran sensores de presión (succión) y caudal (descarga) conectados al PLC para determinar cuando las bombas no estén succionando agua, permitiendo que el controlador actúe para proteger las bombas como permisivo. Además de los sensores de presión (a instalar) y caudal (instalados) se incluirán señales de consumo de corriente del motor de las bombas. Con esta señal y mediante un programa en el PLC se determina el estado de la bomba permitiendo otra protección adicional si es necesario.

- Los comandos de arranque y parada de las bombas de achique de CMG-2 deberán ser cableados a través de un Panel de Relés de Interposición para aislar el circuito de control del de potencia. Los estatus de encendido/apagado de dichas bombas se cablearan a través de una regleta ubicada dentro del panel de relés.

- Los equipos a nuevos a instalar tienen que ser compatibles con los equipos existentes y permitir ampliación y comunicación por red para integraciones futuras.

### V.3.3. Sistema Mecánico

#### V.3.3.1. Alcance

El alcance de los trabajos a realizar en esta etapa del proyecto, es diseñar las opciones de mejoras para la succión de las bombas de sumidero, para proporcionar mayor confiabilidad al sistema y diseñar un sistema de ventilación en el pozo sumidero de CMG-2. Las opciones de mejoras están divididas en dos áreas y presentan los siguientes alcances:

1. **Mejoras en la Succión de Bombas de Sumidero y Cambio de las Válvulas de Interconexión de Ambos Sistemas con su actuador:** Reemplazo de la válvula EU-1 (CMG-2) con su actuador e inspección calificada de las válvulas mariposas en la succión y descarga de los sistemas sumidero y achique.

2. Ventilación del Pozo Sumidero de Casa de Máquinas 2.

#### V.3.3.2. Memoria Descriptiva

El proyecto contempla el desarrollo de la ingeniería necesaria, incluyendo planos y especificaciones técnicas que permitirán el suministro e instalación de las siguientes opciones de mejoras propuestas:

#### V.3.3.2.1. Mejoras en la succión de bombas sumidero y cambio de las válvulas con su actuador

**Cambio de EU-1 (CMG-2):** Para obtener una mayor confiabilidad y conociendo la importancia del correcto funcionamiento de esta válvula en el sistema, ya que representa el respaldo del sistema sumidero, se realizará el cambio del conjunto válvula / actuador existente por el uso de una válvula con actuador neumático de doble acción (Retorno por resorte). El hecho de ser doble acción agrega un aumento adicional considerable en la confiabilidad del sistema. Estas válvulas deberán poseer interruptores de posición abierto / cerrado para que el operador conozca su estado en cualquier momento.

**Reubicación de aportes de agua a los pozos:** En Casa de Máquinas 2 no se realizara ninguna modificación por encontrarse todos los aportes dentro de la Norma de *Hydraulic Institute* (HI).

#### V.3.3.2.2. Ventilación del pozo sumidero

Se instalará un sistema de ventilación forzada en el pozo sumidero, ya que la condición de humedad es alta. La profundidad en el pozo requiere de cierto esfuerzo corporal y la presencia de sólo dos escotillas muy alejadas de la zona de trabajo dificulta la entrada del aire fresco, propiciando condiciones precarias para realizar las labores de mantenimiento o inspección detallada de los equipos en el lugar.

Para ello se instalará un equipo que cumpla con los requerimientos del sitio: facilidad de instalación, robustez, buenos niveles de ventilación y bajo ruido, mínima interferencia para mantenimiento considerando que su funcionamiento

es ocasional solo para inspección o mantenimiento no frecuente. Debido a las condiciones de alta humedad en el pozo se considera instalar un sistema de suministro de aire de manera de garantizar la presencia de aire fresco, desplazando el aire viciado. Este sistema sería diseñado cumpliendo la normativa de realizar 10 cambios de aire en la zona de trabajo.

Se colocarán ductos metálicos cilíndricos fijados en la pared, desde el nivel 131.00 hasta los niveles inferiores donde se realizara el mantenimiento. Se perforará la losa en el nivel 131.00 abriendo un orificio de aproximadamente 730 mm, seguidamente en el nivel 111.00 se perforará la losa diámetro de 550 mm para dejar el paso libre al ducto sin que esto merme las características de la losa.

Se colocarán dos difusores, uno en cada nivel de trabajo, niveles 113.00 y 96.10, para incorporar aire fresco al sistema en cada nivel, el aire viciado se desalojará libremente por las escotillas logrando el efecto deseado de desalojar el aire estancado y reemplazarlo por el aire fresco de la superficie.

El diámetro aproximado del ducto será de 685 mm desde el nivel 131.00 hasta el nivel 113.00 y 500 mm desde el nivel 111.75 hasta el nivel 96.10

Finalmente en el nivel 131.00, donde se ubican los motores de las bombas, se colocará el equipo de ventilación sobre un skid para fácil traslado desde el depósito o almacén hasta el área donde se encuentra el pozo sumidero, de manera de que este no interfiera con las labores del día a día en el nivel 131.00. La conexión entre el equipo de ventilación portátil y el ducto del pozo sumidero se realizara a través de un ducto removible.

Para garantizar el suministro del aire fresco se colocara un ducto colgado al techo en dirección al suministro de aire fresco al nivel 131.00, tapando la escotilla mayor mientras se logra el equilibrio térmico y así evitar que el aire desplazado por la escotilla menor sea re-circulado al pozo.

Los parámetros mínimos del equipo de ventilación en el Sumidero de CMG-2 es el siguiente:

- Caudal de aire fresco: 12500 CFM
- Diámetro ducto desde nivel 131 hasta 113 = 685 mm
- Diámetro ducto desde nivel 111.75 hasta 96.10 = 500 mm
- Potencia estimada del ventilador = 10 HP
- Presión estimada del ventilador = 2.00" de columna de agua
- Tipo de ventilador = veneaxial
- Tipo de diseño = skid portátil
- Transmisión directa

# CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## VI.1. Conclusiones

1. Fueron identificados los sistemas de alimentación eléctrica del sumideros de CMG-2, lo que permitió analizar sus vulnerabilidades y en consecuencia plantear las diferentes opciones de mejora, considerando además la logística previa que debe existir al momento de ejecutarse los trabajos de instalación de los nuevos equipos.

2. Con respecto al suministro de energía del resto de las cargas tales como equipos de ventilación, izamiento e instrumentación, se evaluaron los requerimientos de potencia específicos aportados por el resto de las disciplinas y se pudo definir a detalle la naturaleza de la alimentación eléctrica para estos casos.

3. En relación al Panel Neumático de Válvulas y como resultado de la visita realizada en la obra y la revisión de los documentos disponibles, se concluye que es factible modernizar este equipo reemplazándolo por uno de tecnología de ultima generación (digital), el cual extenderá su vida útil y brindara mayor confiabilidad al sistema.

4. Respecto a la Automatización de las bombas de achique y como resultado de las reuniones con personal de CVG EDELCA y el análisis de la información recopilada, se concluye que el diseño original de este sistema consideró una operación manual debido a que la función de achique se realiza en condiciones de mantenimiento o se ejecuta cuando se requiere respaldo para las bombas de sumidero. El hecho de automatizar su operación requerirá que el sistema contemplase todas las posibles acciones

que el operador pudiese realizar en cualquier caso, dando como resultado una programación bastante compleja y pudiendo llegar a ser riesgosa. Sin embargo si es posible modernizar los equipos y llevar los controles tanto localmente como hasta la sala de control, pero manteniendo la misma filosofía de operación, es decir, manual.

5. El principal beneficio que se logra al ejecutar este proyecto de mejora, es el incremento de la confiabilidad del sistema, lo cual permitirá garantizar la calidad del servicio prestado por CVG EDELCA.

6. A pesar de que no se hayan cuantificado en el estudio de factibilidad, el proyecto introducirá un conjunto de mejoras cualitativas en el sistema de achique y sumidero de CMG-2, lo cual garantizará una alta fiabilidad en su funcionamiento, y mantenibilidad. También se espera una mejora importante en la operatividad y en la gestión de mantenimiento de la planta, y en consecuencia en su confiabilidad.

7. Dada la importancia de los sistemas de sumideros para toda la Planta Guri, las recomendaciones planteadas en este informe a pesar de ser las más costosas, representan una garantía de mejoras en términos de confiabilidad, operación y mantenimiento para cada uno de los casos estudiados.

## VI.2. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda:

1. Reunión con personal de mantenimiento de Guri para conocer las acciones de mantenimiento tanto correctivas como preventivas que se han realizado durante el año pasado y en lo que va de este año, a fin de incorporarlos a

este informe. Con respecto a las acciones de mantenimiento que no se hayan ejecutados, habrá que tomar las medidas que sean necesarias a fin de que sean programadas y hacerle seguimiento a través de control de gestión del PMPG.

2. Aun cuando este informe ha sido preparado con la información recopilada durante el levantamiento (observación de instalaciones y recopilación de planos), sin embargo, se recomienda la confirmación de ciertos datos necesarios para completar los esquemas aquí planteados.

3. Contratar servicios profesionales para la realización de la ingeniería de detalles que permitirá ejecutar las mejoras previstas en el alcance propuesto.

# BIBLIOGRAFÍA

**"III Jornadas Profesionales de CVG EDELCA, Tecnología y Equipos"**. CVG EDELCA-Guri. Informe General. 1.996.

Ahuja, Hira N. y Michael A. Walsh (1995): **"Ingeniería de costos y administración de proyectos"**. México, Alfomega. Páginas 17 y 18.

**"Apoyo al Conocimiento. Gerencia de Proyectos".** [Disponible en http://intranet2.edelca.com.ve/pgp/; consulta realizada en Junio 2006]

Blanco R, Rodolfo (2003): **"Formulación y Evaluación de Proyectos"**. Caracas. Fondo Editorial Tropykos. Páginas 147 a 174.

**"Fundamentos en la Dirección de Proyectos"**. PMBOK Guide. Project Management Institute. Capítulo 8.

**"Guía de Procesos de Gerencia de Proyectos de CVG EDELCA"**. CVG EDELCA. Ciudad Guayana, 2001. Capítulo "Financiamiento".

Ortiz, Ramiro (2001): "**Centrales Hidroeléctricas"**. Mc Graw Hill. Páginas 7 a 15.

P. Olsen, Richard: **"Can Project Management Be Defined?"**. Artículo. Página 1.

Palacios, L. (2003): **"Principios esenciales para realizar proyectos. Un enfoque latino"**. Caracas. Editorial Publicaciones UCAB. Segunda edición. Páginas 63, 150, 151 y 152.

**"Quienes somos"** Disponible en [http://www.edelca.com.ve/quienes.html; consulta realizada en Junio 2006]

Romo, Jorge (1998). "**Manual de Ingeniería Eléctrica".** México: Mc Graw-Hill

Santalla Peñaloza, Zuelyma del Rosario (2003): **"Guía para la elaboración formal de reportes de investigación"**. Caracas. Universidad Católica Andrés Bello. Páginas 90 a 112.

Taylor, George A (1970): "**Ingeniería económica, toma de decisiones"**. México: Editorial Limusa-Wiley.

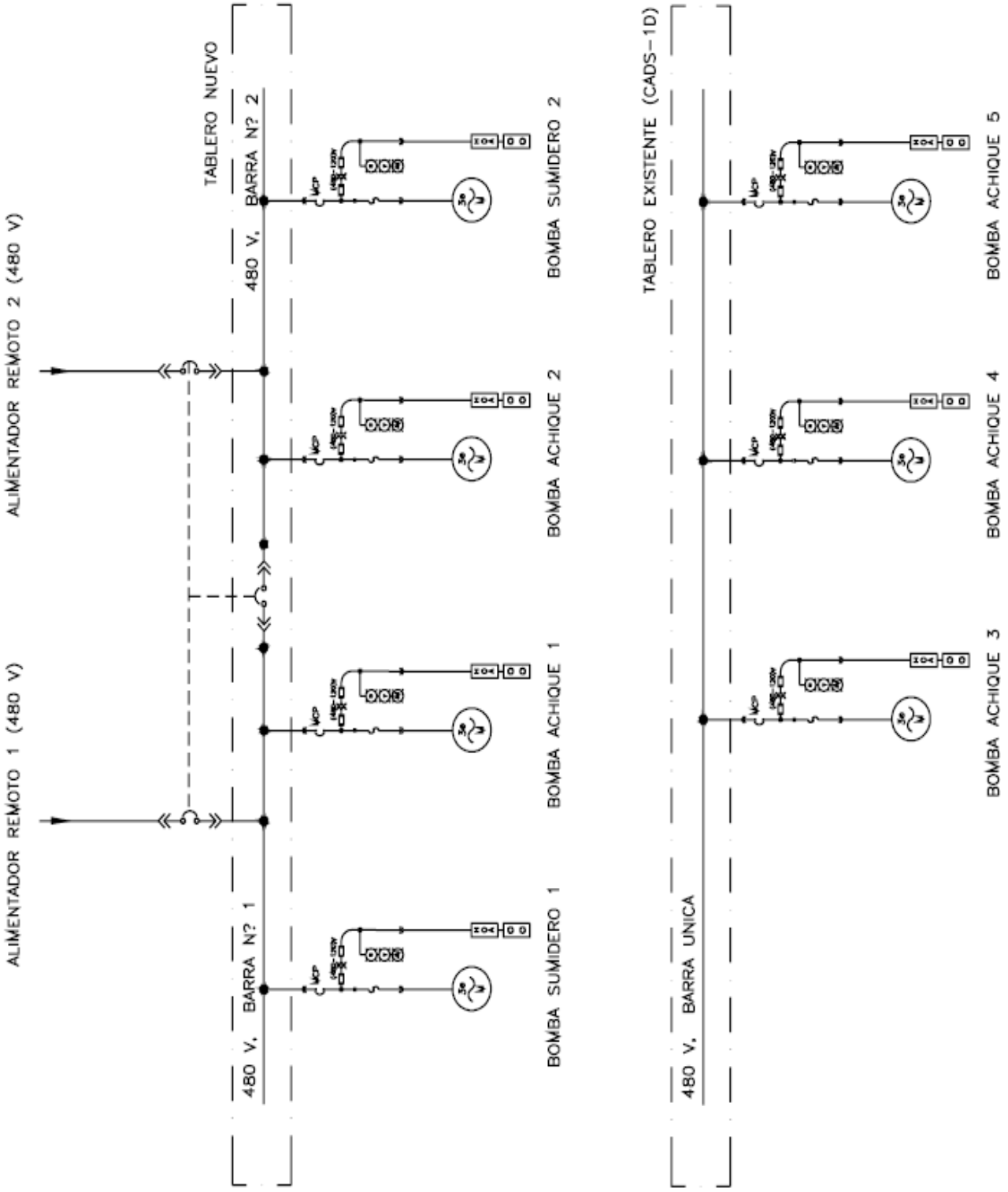
URIEGAS, C. (1976): "**Evaluación económica de proyectos de reemplazo de equipos"**. México: Centro de Educación continua de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, 1.976.

Yáber, G. y Valarino, E. (2003): **"Tipología, fases y modelo de gestión para la investigación de postgrado en Gerencia. Versión Preliminar"**, Página 7.

# ANEXOS

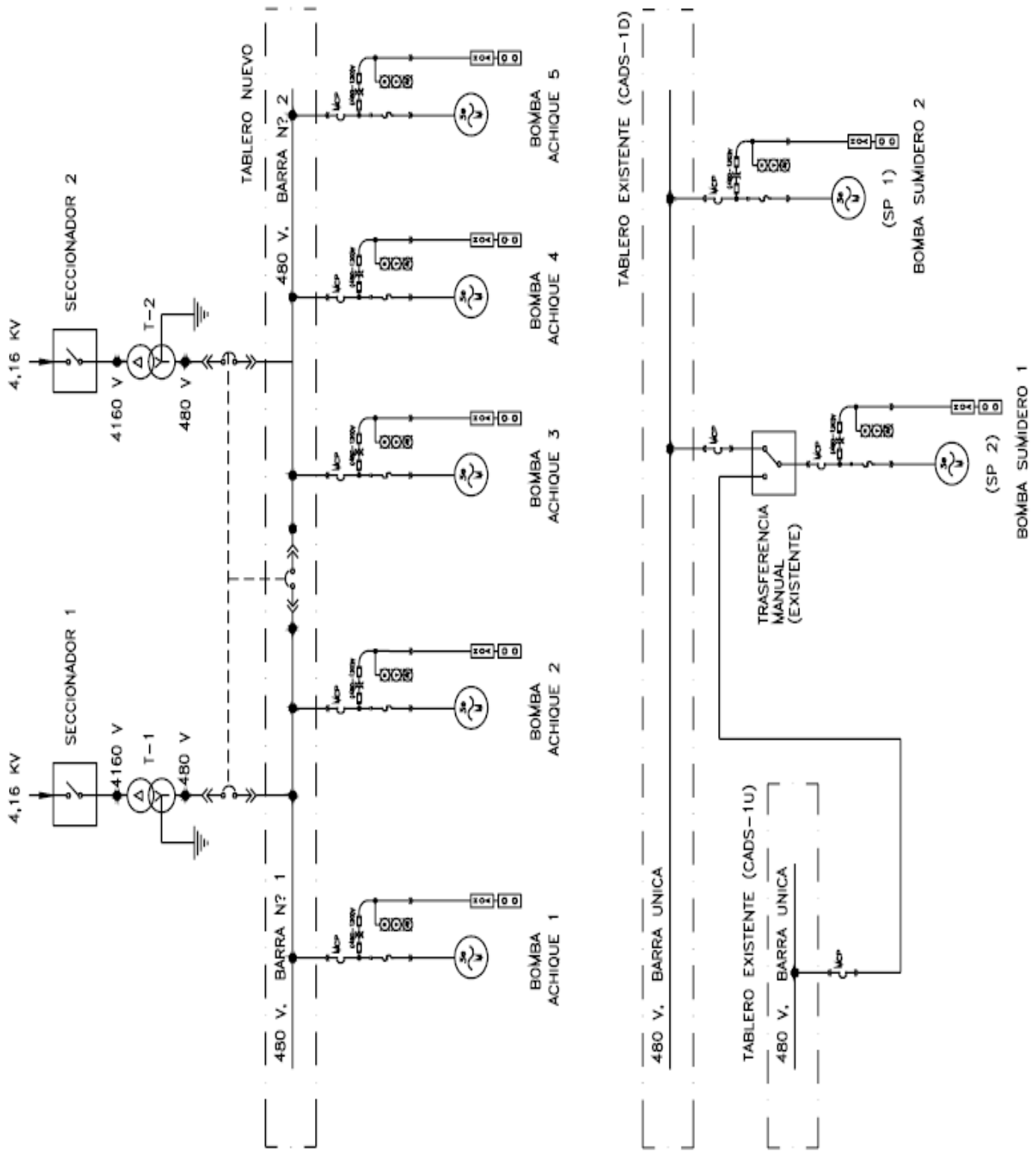
# ANEXO 1

## Diagrama Unifilar. Esquema de alimentación de las bombas de achique y sumidero (Opción 1)


ALIMENTADOR REMOTO 1 (480 V)
ALIMENTADOR REMOTO 2 (480 V)
480 V. BARRA Nº 1
480 V. BARRA Nº 2
TABLERO NUEVO
BOMBA SUMIDERO 1
BOMBA ACHIQUE 1
BOMBA ACHIQUE 2
BOMBA SUMIDERO 2
480 V. BARRA UNICA
TABLERO EXISTENTE (CADS-1D)
BOMBA ACHIQUE 3
BOMBA ACHIQUE 4
BOMBA ACHIQUE 5

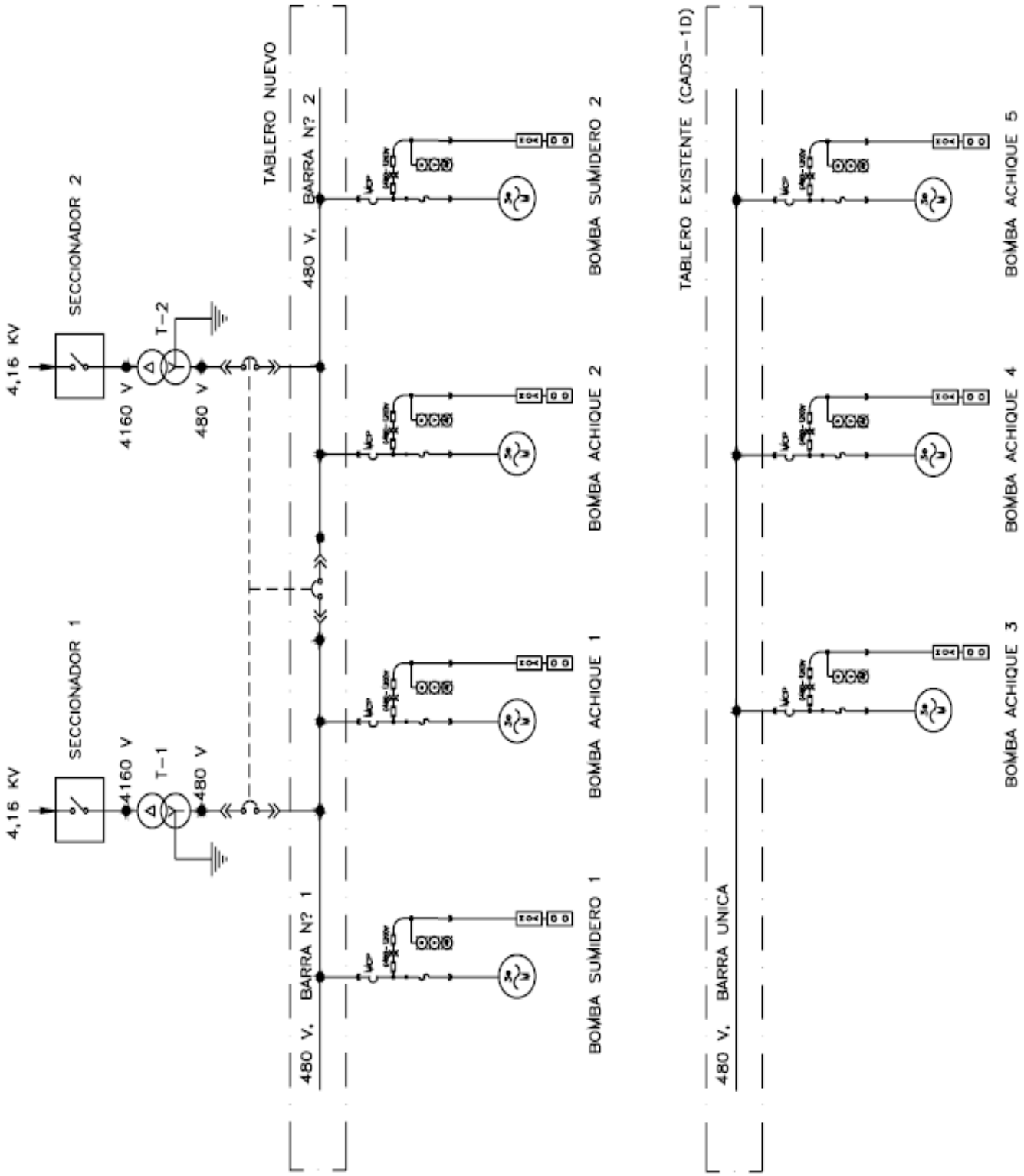
# ANEXO 2

## Diagrama Unifilar. Esquema de alimentación de las bombas de achique y sumidero (Opción 2)


4,16 KV
SECCIONADOR 1
4160 V
T-1
480 V
480 V. BARRA N? 1
BOMBA ACHIQUE 1
BOMBA ACHIQUE 2
4,16 KV
SECCIONADOR 2
4160 V
T-2
480 V
TABLERO NUEVO
480 V. BARRA N? 2
BOMBA ACHIQUE 3
BOMBA ACHIQUE 4
BOMBA ACHIQUE 5
TABLERO EXISTENTE (CADS-1U)
480 V. BARRA UNICA
TRASFERENCIA MANUAL (EXISTENTE)
TABLERO EXISTENTE (CADS-1D)
480 V. BARRA UNICA
(SP 1)
BOMBA SUMIDERO 2
(SP 2)
BOMBA SUMIDERO 1

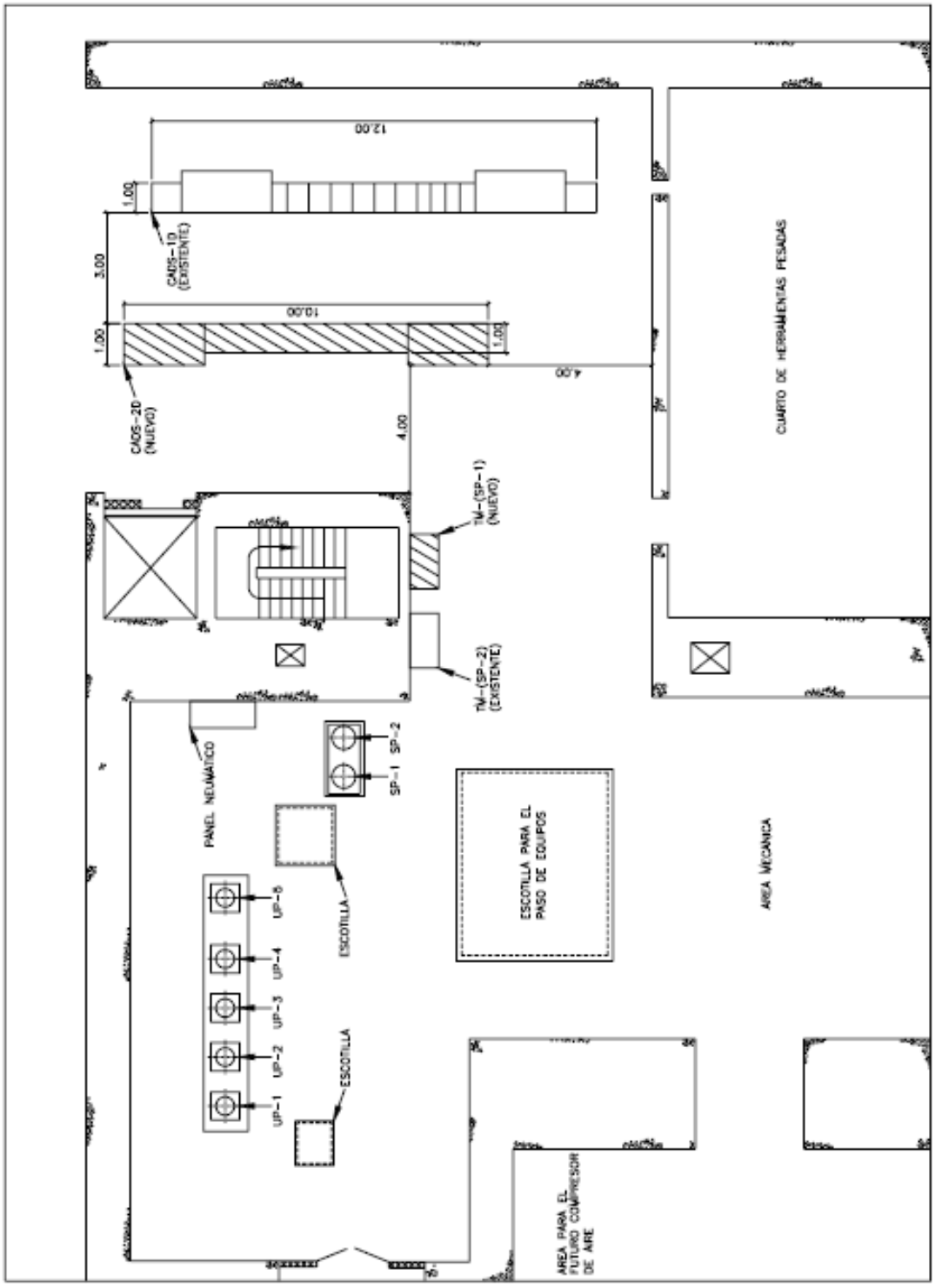
# ANEXO 3

## Diagrama Unifilar. Esquema de alimentación de las bombas de achique y sumidero (Opción 3 - RECOMENDADA)


4,16 KV
SECCIONADOR 1
4160 V
T-1
480 V
4,16 KV
SECCIONADOR 2
4160 V
T-2
480 V
TABLERO NUEVO
480 V. BARRA N? 1
480 V. BARRA N? 2
BOMBA SUMIDERO 1
BOMBA ACHIQUE 1
BOMBA ACHIQUE 2
BOMBA SUMIDERO 2
TABLERO EXISTENTE (CADS-1D)
480 V. BARRA UNICA
BOMBA ACHIQUE 3
BOMBA ACHIQUE 4
BOMBA ACHIQUE 5

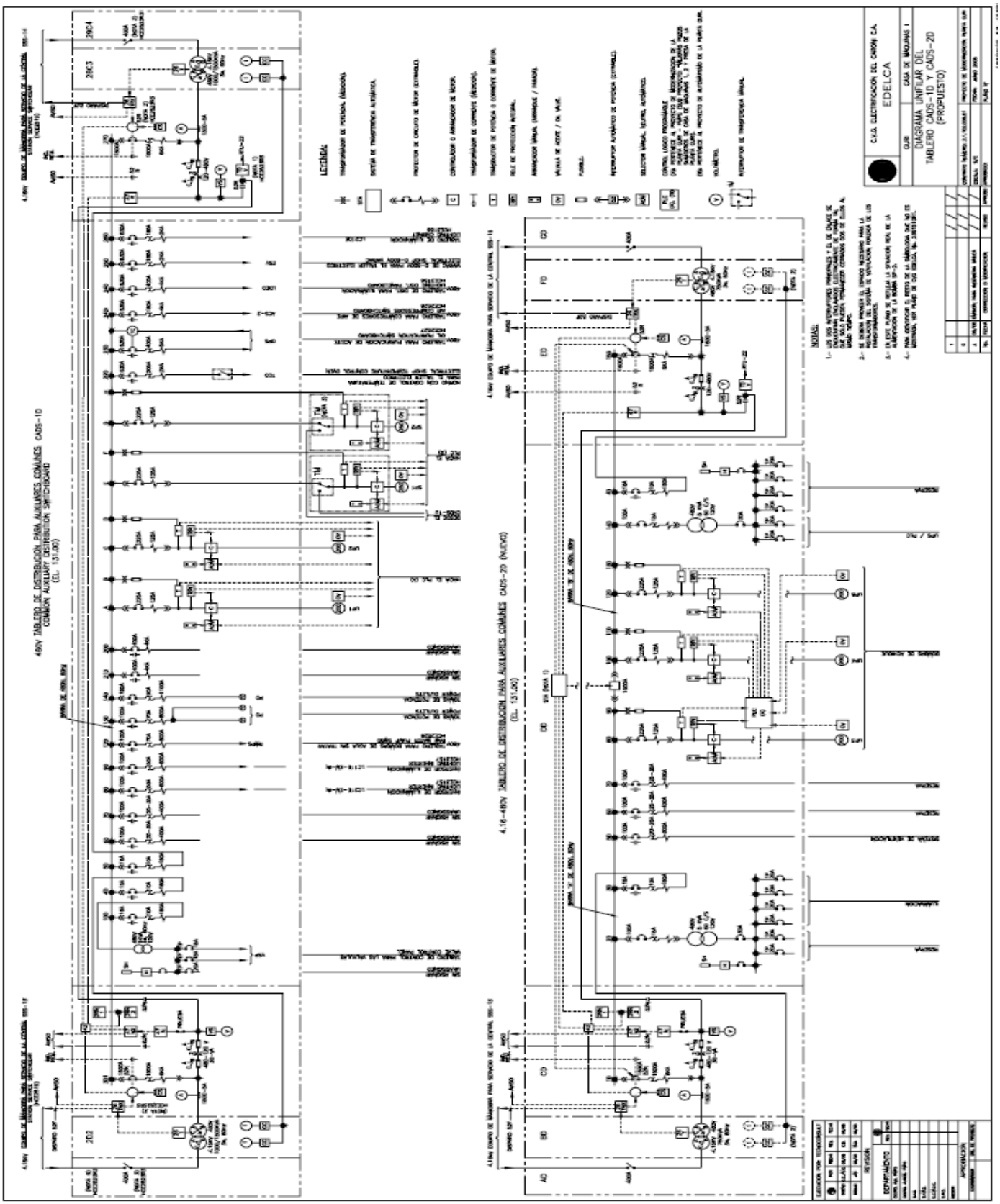
# ANEXO 4

## Plano de disposición de equipos eléctricos (Adición de nuevo tablero)


12.00
1.00
CADS-1D
(EXISTENTE)
3.00
10.00
1.00
1.00
4.00
CADS-2D
(NUEVO)
4.00
CUARTO DE HERRAMIENTAS PESADAS
TM-(SP-1)
(NUEVO)
TM-(SP-2)
(EXISTENTE)
PANEL NEUMÁTICO
SP-2
SP-1
ESCOTILLA
UP-5
UP-4
UP-3
UP-2
UP-1
ESCOTILLA
ESCOTILLA PARA EL
PASO DE EQUIPOS
AREA MECANICA
AREA PARA EL
FUTURO COMPRESOR
DE AIRE

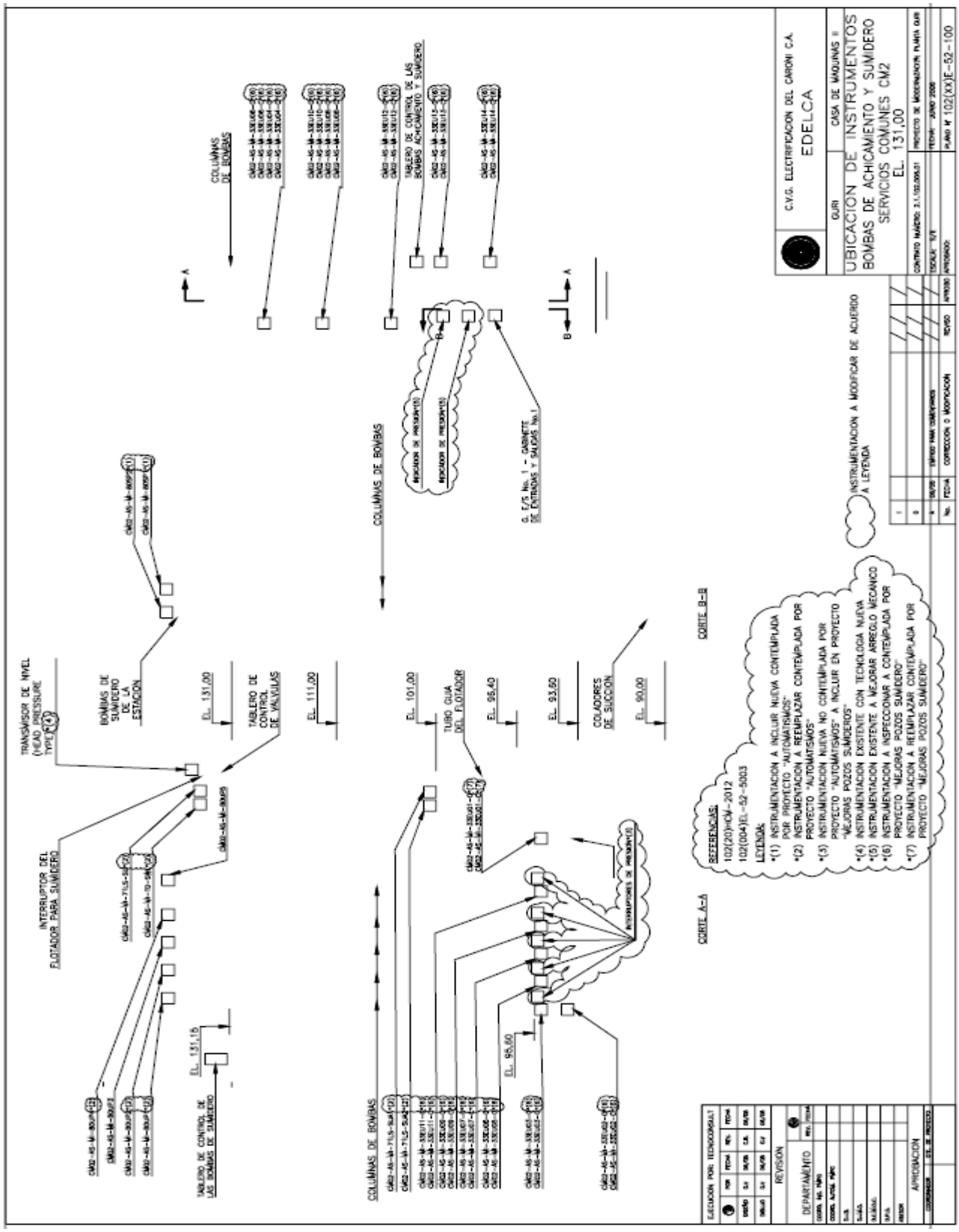
# ANEXO 5

## Diagrama unifilar de tableros CADS-1D y CADS-2D


C.V.G. ELECTRIFICACIÓN DEL CARONÍ C.A.
EDELCA
GUR
CASA DE MÁQUINAS I
DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO CADS-1D Y CADS-2D (PROPUESTO)
LEYENDA
NOTAS:
480V TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PARA AUXILIARES COMUNES CADS-1D
COMMON AUXILIARY DISTRIBUTION SWITCHBOARD
(EL. 131.00)
4.16-480V TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PARA AUXILIARES COMUNES CADS-2D (NUEVO)
(EL. 131.00)

# ANEXO 6

## Plano de ubicación de instrumentos


C.V.G. ELECTRIFICACION DEL CARONI C.A.
EDELCA
GURI
CASA DE MAQUINAS II
UBICACION DE INSTRUMENTOS
BOMBAS DE ACHICAMIENTO Y SUMIDERO
SERVICIOS COMUNES CM2
EL. 131,00
CONTRATO NÚMERO: 2.1.1/03.000.01
PROYECTO DE MODERNIZACIÓN PLANTA GURI
ESCALA: S/E
FECHA: JUNIO 2008
APROBADO:
PLANO Nº 102(XX)E-52-100
INSTRUMENTACION A MODIFICAR DE ACUERDO A LEYENDA
REFERENCIAS:
102(20)HCM-2012
102(004)EL-52-5003
LEYENDA:
*(1) INSTRUMENTACION A INCLUIR NUEVA CONTEMPLADA POR PROYECTO "AUTOMATISMOS"
*(2) INSTRUMENTACION A REEMPLAZAR CONTEMPLADA POR PROYECTO "AUTOMATISMOS"
*(3) INSTRUMENTACION NUEVA NO CONTEMPLADA POR PROYECTO "AUTOMATISMOS" A INCLUIR EN PROYECTO "MEJORAS POZOS SUMIDEROS"
*(4) INSTRUMENTACION EXISTENTE CON TECNOLOGIA NUEVA
*(5) INSTRUMENTACION EXISTENTE A MEJORAR ARREGLO MECANICO
*(6) INSTRUMENTACION A INSPECCIONAR A CONTEMPLADA POR PROYECTO "MEJORAS POZOS SUMIDERO"
*(7) INSTRUMENTACION A REEMPLAZAR CONTEMPLADA POR PROYECTO "MEJORAS POZOS SUMIDERO"
CORTE A-a
CORTE B-B
COLUMNAS DE BOMBAS
TRANSMISOR DE NIVEL (HEAD PRESSURE TYPE)
INTERRUPTOR DEL FLOTADOR PARA SUMIDERO
BOMBAS DE SUMIDERO DE LA ESTACION
TABLERO DE CONTROL DE VALVULAS
TABLERO DE CONTROL DE LAS BOMBAS DE SUMIDERO
EL. 131,00
EL. 111,00
EL. 101,00
EL. 96,40
EL. 93,60
EL. 90,00
EL. 98,60
EL. 151,15
TUBO GUIA DEL FLOTADOR
COLADORES DE SUCCION
COLUMNAS DE BOMBAS
TABLERO DE CONTROL DE LAS BOMBAS ACHICAMIENTO Y SUMIDERO
G. E/S No. 1 - GABINETE DE ENTRADAS Y SALIDAS No. 1
REVISION
DEPARTAMENTO
APROBACION