

 <b>CORPOELEC</b> <small>CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL</small>	 <b>La Electricidad de Caracas</b>	 <b>SENECA</b> <small>Sistema eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.</small>	<b>INELMECA</b> <small>RIF: J-00106267-0</small> <small>Empresa Certificada ISO 9001:2000</small> 
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

**SECCIÓN 6:**  
**AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE FILTRADO DE COMBUSTIBLE A LA SALIDA DEL PATIO DE LOS TANQUES 1, 2 Y 3**

**MEMORIA DE CÁLCULO**  
**EDC02-1-D-G-21**

REV.	FECHA	BREVE DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	TOTAL PÁG.	ELAB. POR INELMECA	REV. POR INELMECA	APROB. POR EL CLIENTE
VF	06/04/09	VERSIÓN FINAL	35	TD	JL	GA
0	27/02/09	EMISIÓN FINAL	34	TD	JL	CA
B	24/11/08	EMISIÓN PARA COMENTARIOS	33	PF,TD	JL	GA
A	26/09/08	EMISIÓN PRELIMINAR	7	PF,TD	JL	GA

ELABORADO POR INELMECA:	APROBADO POR INELMECA:	REVISADO POR EL CLIENTE:	APROBADO POR EL CLIENTE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
NOMBRE: TOMÁS DOMINGUEZ	NOMBRE: JOSUÉ LEÓN LAGONELL	NOMBRE: CARLOS ANGARITA	NOMBRE: GUSTAVO ARRIETA

 CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL	 La Electricidad de Caracas	 Sistema Eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.	 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

## CONTENIDO

1. OBJETIVO .....	3
2. ALCANCE .....	3
3. MEMORIA DE CÁLCULO DE PROCESOS .....	3
4. MEMORIA DE CÁLCULO DE MECÁNICA .....	7
5. MEMORIA DE CÁLCULO CIVIL.....	10
6. MEMORIA DE CÁLCULO INSTRUMENTACIÓN.....	17
7. MEMORIA DE CÁLCULO ELECTRICIDAD .....	18
ANEXO 1.- CURVA CARACTERÍSTICA BOMBA ROTATORIA MODELO GORMAN RUPP GHS2NP3-B (TOMADA COMO REFERENCIA) .....	23
ANEXO 2.- TABLA CÁLCULO BOMBAS CENTRÍFUGAS .....	25
ANEXO 3.- CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA MODELO GORMAN RUPP O4A3-B (TOMADA COMO REFERENCIA) .....	31
ANEXO 4.- RESUMEN DE CÁLCULOS DE ALIMENTADORES Y PROTECCIONES ELÉCTRICAS .....	33

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	2 de 2

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

## 1. OBJETIVO

Presentar los criterios, cálculos y resultados correspondientes a todas las actividades a ser realizadas para la construcción de **LA OBRA**: Aumento de la capacidad de filtrado de combustible a la salida del patio de los tanques 1, 2 y 3, comprendida dentro del proyecto: Soluciones Operacionales Sistema de Manejo de Combustibles - Planta Luisa Cáceres de Arismendi, ubicada en el Municipio Antonio Díaz, Estado Nueva Esparta.

## 2. ALCANCE

Se presentan las memorias de cálculo de las disciplinas: Procesos, Mecánica, Civil, Instrumentación y Electricidad.

## 3. MEMORIA DE CÁLCULO DE PROCESOS

### 3.1. BASES Y PREMISAS

El flujo total de combustible para alimentar las doce (12) unidades generadoras, más los dos (2) sistemas de generación distribuida serán de 108,1 m<sup>3</sup>/h.

La tasa de envío de flujo del tanque T-4 al tanque T-5 es de 120 m<sup>3</sup>/h, basado en la capacidad promedio de las cuatro (04) centrifugadoras que manejan un flujo de 30 m<sup>3</sup>/h c/u. El combustible es trasegado del tanque T-5 al tanque T-1 a través de dos (2) bombas (una en operación y otra en respaldo), cada bomba con capacidad de 100 m<sup>3</sup>/h, descargando a una presión de 40 psig.

Se instalarán dos bombas (una en operación y otra de respaldo) para alimentar combustible a los tres (03) nuevos generadores, mientras el sistema de trasegado se mantiene operativo para alimentar los nueve (09) generadores existentes y a las unidades de generación distribuida, en una primera fase del proyecto.

Se instalarán dos bombas (una en operación y otra de respaldo) de mayor capacidad para alimentar combustible a los tres (03) nuevos generadores, a los nueve (09) generadores existentes y a las unidades de generación distribuida en una segunda fase del proyecto.

La presión de entrega de combustible a los tres (03) nuevos generadores deberá ser, como mínimo, de 40 psi.

En la planta existen actualmente dos (2) sistemas de generación distribuida, un sistema es alimentado por envío de cisternas al área, el cual lleva el combustible al módulo de centrifugado y de

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	3 de 3

 <b>CORPOELEC</b> CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL	 <b>La Electricidad de Caracas</b>	 <b>SENECA</b> Sistema Eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.	<b>INELMECA</b> RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
<b>EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI</b>				
<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>				

ahí es alimentado a la maquinas de generación distribuida. El segundo sistema es alimentado desde el tanque T-3, el cual envía el combustible hacia el módulo de centrifugado y de ahí a las unidades de generación distribuida.

### 3.2. RESULTADOS DE SIMULACIÓN

Para validar el comportamiento hidráulico del sistema de distribución de combustible según el diseño establecido, incorporando los nuevos flujos por ampliación, se modeló el sistema con el Simulador PROII, utilizando el Modelo Termodinámico de Grayson-Streed (GS) y tomando como premisas los siguientes datos suministrados:

Peso molecular del combustible diesel	190 kg/kmol
Punto de ebullición	350 °F
°API	32
Temperatura asumida	Temperatura ambiente (86°F)
Eficiencia de bombas	70%
Presión de descarga de las bombas	60 psig

**Tabla 1:** Flujo de combustible requerido por los turbogeneradores y por los sistemas de generación distribuida

<b>Generadores/Generación Distribuida</b>	<b>Flujo de combustible (m³/h)</b>
9 unidades generadoras existentes	68,6
3 unidades generadoras nuevas	27,0
2 sistemas de generación distribuida	12,5

En la Tabla 1 se muestran los flujos de combustible requeridos para las distintas unidades de generación y sistemas de generación distribuida.

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	4 de 4

 CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL	 La Electricidad de Caracas	 Sistema Eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.	 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

Los resultados obtenidos para las rutas de tubería propuestas en el plano Arreglo de Tubería Planta y Elevación EDC02-1-P-M-07 e Isométrico EDC02-1-P-M-08 con las premisas establecidas son los siguientes:

**Tabla 2:** Resultados de la simulación de las tuberías de succión y descarga de las dos (02) bombas a instalar en primera fase y las dos (02) bombas a instalar en segunda fase

Ruta de tuberías	DN (in)	Flujo de operación normal (m <sup>3</sup> /h)	Velocidad (ft/s)	Velocidades Sugeridas por Normas PDVSA (ft/s)	ΔP total (psi)	Etapas del Proyecto
Succión de bombas	2	27	11,5	4 a 8	0,30	Fase 1
	4	95,6	10,7	4 a 8	0,12	Fase 2
Descarga de bombas hasta manifold	2	27	11,5	6 a 8	0,45	Fase 1
	4	95,6	10,7	8 a 10	0,18	Fase 2

En la Tabla 2 se puede observar que las velocidades del combustible en las tuberías de succión y descarga de las nuevas bombas de alimentación, tanto de las pequeñas (BR-P-19 A/B), como las grandes (BR-P-20 A/B) exceden los límites recomendados por la norma PDVSA N° L-TP 1.5 “Cálculos Hidráulicos de Tuberías”. No obstante, es necesario destacar que es posible la operación de estas líneas según las siguientes argumentaciones:

Las bombas pequeñas (BR-P-19 A/B) están concebidas para operar la Línea Alterna (provisional) de Suministro de Combustible para las Nuevas Unidades de Generación, es decir, la tubería diseñada en la Sección 7 del presente proyecto.

Dicha línea fue propuesta como una respuesta rápida, para la primera entrega de este proyecto, en octubre de 2008, ante la eventual adquisición y puesta en marcha de las tres nuevas unidades generadoras aeroderivativas a ser instaladas en la Planta Luisa Cáceres de Arismendi en diciembre de 2008 (Fase 1) del proyecto. No obstante esa línea tendría un carácter provisional puesto que el objetivo real y definitivo es el diseño de la Fase 2 que tiene, entre otros alcances, integrar el suministro de combustible para todas las unidades de generación (nuevas y viejas) a través de la misma tubería de suministro, alimentadas por las bombas grandes (BR-P-20 A/B).

Tanto la succión como la descarga de estas bombas están conectadas a tuberías cuyos diámetros de 2”, transportan el flujo a velocidades de 11,5 ft/s, que excede el máximo recomendado por la norma: PDVSA N° L-TP 1.5 “Cálculos Hidráulicos de Tuberías” que fija su valor máximo en 8 ft/s.

El carácter provisional de esta línea deja abierta la posibilidad como para permitir este exceso en la velocidad, puesto que su influencia directa es en la vida útil de la tubería, por tanto, se estima que sólo por esta razón, podría mantenerse la tubería de 2”, dejando claro que tan sólo estarán en servicio por un período muy corto mientras la Fase 2 entra en operación.

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	5 de 5

 CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL	 La Electricidad de Caracas	 Sistema Eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.	 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

Cuando esta instalación sea desincorporada, las bombas podrían ser utilizadas en múltiples tareas dentro de una planta con las características de la PLCDA, debido a la portabilidad de las bombas recomendadas, por ejemplo: operaciones de mantenimiento y cambio de aceites en las unidades de generación distribuida, entre otros múltiples usos.

En cuanto a las tuberías conectadas a la succión y descarga de las bombas grandes (BR-P-20 A/B), el exceso en la velocidad puede ser tolerable debido a que excede por muy poco los valores recomendados según la norma, adicionalmente las longitudes son realmente cortas y su influencia en la longevidad de la tubería no deberá ser crítica. Adicionalmente, esta línea de suministro corresponderá a la Fase 2 del proyecto que, entre otros alcances prevé la construcción de una línea de gas que es el combustible que finalmente será el principal de la PLCDA, quedando la línea de combustible Líquido tan solo como respaldo. Otra situación hipotética es que eventualmente la PLCDA funcione parcialmente algunas máquinas con gas combustible y otras con combustible líquido, lo que reduciría considerablemente el flujo a través de la línea de combustible líquido y, en consecuencia, las velocidades podrían ser muy pequeñas si se modificase el diámetro a 6" considerando carga plenas de todas las máquinas funcionando simultáneamente con combustible líquido. Estos son temas que deben ser discutidos entre las partes involucradas para decidir la estrategia a seguir (**LA CONTRATISTA, EL CLIENTE e INELMECA**).

**Tabla 3:** Resultados de la simulación de la tubería que conecta el tanque T-1 con la succión de las bombas de alimentación de las unidades de generación

Ruta de tuberías	DN (in)	Flujo de operación normal (m <sup>3</sup> /h)	Velocidad (ft/s)	Velocidades Sugeridas por Normas PDVSA (ft/s)
Conexión tanque T-1 al manifold de succión	6	95,6	4,73	4 a 8

En la Tabla 3 se puede observar que la velocidad del combustible en las tubería que conectará el tanque T-1 con el manifold de succión de las bombas de alimentación de las unidades de generación, estará en los rangos de velocidades recomendados por la norma PDVSA N° L-TP 1.5 "Cálculos Hidráulicos de Tuberías".

En la primera fase del proyecto, la tubería que conectará el tanque T-1 con la succión de las bombas de alimentación, tendrá una velocidad de flujo inferior a 2 ft/s, debido a que la tubería está diseñada para manejar el flujo máximo de operación para la alimentación de las doce (12) unidades de generación y en la primera fase el sistema sólo transportará un flujo de 27 m<sup>3</sup>/h, que corresponde a la alimentación de las tres (3) unidades nuevas de generación.

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	6 de 6

 CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL	 La Electricidad de Caracas	 Sistema eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.	 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

## 4. MEMORIA DE CÁLCULO DE MECÁNICA

### 4.1. BASES Y PREMISAS PARA BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

La bomba para la alimentación de los nuevos generadores será de desplazamiento positivo, rotatoria, del tipo de engranajes internos con sellos mecánicos y de acuerdo con la norma API 676.

La presión de descarga y los flujos requeridos se presentan en el documento EDC02-1-D-G-20 Memoria Descriptiva.

Los cálculos referentes a la bomba se presentan en la Sección 4.2.

### 4.2. METODOLOGÍA

En esta sección se presentan los cálculos y resultados del NPSHd para la selección de la bomba rotatoria a utilizar.

El NPSHd o la altura disponible de succión positiva se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$NPSHd = h_{atm} - h_{pv} + h_{est} - H_{fsucción}$$

En donde:

$h_{atm}$  representa la presión atmosférica.

$h_{pv}$  es la altura en metros correspondiente a la presión del vapor del Diesel N° 2 a la temperatura de bombeo (se considera la temperatura máxima de bombeo 33,6°C).

$h_{est}$  es la presión estática en el ojo del impulsor; y

$H_{fsucción}$  representa todas las pérdidas por fricción en la tubería de succión para la condición más desfavorable.

Para las pérdidas de fricción en la tubería de succión se considera la caída de presión en 0,4 psi por cada 100 pies más 200% por pérdida en los accesorios.

Longitud tubería de succión = 113 m ó 370,7 pies

Los valores de estas variables son:

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	7 de 7



			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

$h_{atm}$	760,6 mm Hg ó 10,35 metros de columna de agua
$h_{pv^{\circ}}$	0,01 metros de columna de agua (0,02 psia).
$h_{est}$	0,133 metros
$H_{fsucción}$	2,08 metros de columna de agua

Sustituyendo se tiene:

$$NPSHd = (10,35 - 0,01 + 0,133 - 2,08) \text{ m}$$

$$NPSHd = 8,39 \text{ m}$$

La información disponible por un fabricante permite escoger una bomba rotatoria de engranajes internos como la seleccionada para este proyecto ó similar. La bomba operaría a 1.200 RPM, accionada con motor de 10 hp de potencia, con su respectivo variador de frecuencia. No existe limitante en la escogencia de la bomba, pueden seleccionarse bombas similares.

Se presentan en el Anexo 1 la curva característica de la bomba rotatoria seleccionada.

#### 4.3. BASES Y PREMISAS PARA BOMBA CENTRIFUGA

La Bomba será preferiblemente horizontal, con impulsor suspendido (cantilever), de carcasa partida radial y tipo acoplamiento directo ("coupled").

La Bomba operará a una capacidad normal de 102,6 m<sup>3</sup>/h y una capacidad nominal ("rated") de 118,0 m<sup>3</sup>/h, con una altura dinámica total de 48,99 m y un NPSHd de 17,63 m.

Los cálculos referentes a la bomba se presentan en la Sección 4.4.

#### 4.4. METODOLOGÍA

En esta sección se presentan los cálculos y resultados para la selección de la bomba centrífuga a utilizar.

Para determinar los requerimientos de la bomba se define el caudal de diseño en 118,0 m<sup>3</sup>/h

(519,0 gpm). Para todos los cálculos se considera que el material de las tuberías y accesorios es acero al carbono Schedule 40.

En el plano isométrico N° EDC02-1-P-M-08, se pueden observar los tramos de succión y descarga utilizados para el análisis de la bomba.

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	8 de 8



			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

Para la altura dinámica total o “head” (H b) se toma en consideración la ecuación de la energía, ver Anexo 2, tablas cálculo de bomba:

$$H_b = H_d + H_o$$

$$H_d = \text{Altura Dinámica (m)} + \text{Perdidas por fricción (m)} = H_{dv} + h_f$$

$$H_{dv} = (0,81 + 0,16) - (0,81 + 0,16) = 0 \text{ m} \quad h_f = 4,71 + 11,59 = 16,30 \text{ m}$$

$$H_d = 0 \text{ m} + 16,30 \text{ m} = 16,30 \text{ m}$$

$$H_o = \text{Altura estática bomba (m)}$$

$$H_o = 32,69 \text{ m}$$

$$H_b = 16,30 \text{ m} + 32,69 \text{ m}$$

$$\mathbf{H_b = 48,99 \text{ m}} \text{ (ver Anexo 1, Evaluación Bomba)}$$

El NPSHd o la altura disponible de succión positiva se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$NPSHd = h_{atm} - h_{pv^\circ} + h_{est} - H_{fsucción}$$

En donde:

$h_{atm}$  representa la presión atmosférica.

$h_{pv^\circ}$  es la altura en metros correspondiente a la presión del vapor del Diesel N° 2 a la temperatura de bombeo (se considera la temperatura máxima de bombeo 33,6°C).

$h_{est}$  es la presión estática en el ojo del impulsor; y

$H_{fsucción}$  representa todas las pérdidas por fricción en la tubería de succión para la condición más desfavorable.

Los valores de estas variables son:

$h_{atm}$	760,6 mmHg ó 10,35 metros de columna de agua
$h_{pv^\circ}$	0,01 metros de columna de agua (0,02 psia).
$h_{est}$	12,0 metros
$H_{fsucción}$	4,71 metros de columna de agua

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	9 de 9

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

Sustituyendo se tiene:

$$NPSH_d = (10,35 - 0,01 + 12,0 - 4,71) \text{ m}$$

$$NPSH_d = 17,63 \text{ m}$$

La información disponible un fabricante permite escoger la bomba centrífuga de una etapa presentada en los anexos a este producto. La bomba operaría a 1.800 RPM, accionada con motor de 30 hp de potencia, y su variador de frecuencia. No existe limitante en la escogencia de la bomba, pueden seleccionarse bombas similares.

Se presentan en los Anexos 2 y 3 las tablas con los cálculos y la curva característica de la bomba centrífuga seleccionada.

## 5. MEMORIA DE CÁLCULO CIVIL

### 5.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| • Concreto pavimento rígido  | $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días |
| • Concreto estructural       | $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días |
| • Concreto pobre             | $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días |
| • Barra de acero de refuerzo | $f_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$             |
| • Malla Electrosoldada       | $f_y = 5.000 \text{ kg/cm}^2$             |

### 5.2. BASES Y PREMISAS DE DISEÑO

Como no se tiene estudio de suelos se suponen los siguientes parámetros los cuales deberán ser verificados por **LA CONTRATISTA** mediante la realización de un estudio de suelos:

- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| • Capacidad portante del suelo   | $R_s = 1 \text{ kg/cm}^2$      |
| • Densidad del material de suelo | $\gamma = 2000 \text{ kg/m}^3$ |
| • Cohesión                       | $C = 0$                        |
| • Angulo de fricción             | $\phi = 30^\circ$              |
| • CBR                            | 65%                            |

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	10 de 10

 CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL	 La Electricidad de Caracas	 Sistema eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.	 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

De acuerdo a la disciplina de Mecánica se tiene:

- Tubería Ø 6" schedule 40
- Separación máxima entre soporte 9 metros
- Diámetro externo Ø 6,625"
- Espesor 0,28"
- Peso tubería Ø 6" vacía 28,23 kg/m
- Peso agua 18,64 kg/m
- Peso tubería Ø 6" llena 46,87 kg/m
- CL tubería Ø 6" 400 mm

Otros datos:

- Densidad del concreto ( $\gamma$ ) 2.500 kg/m<sup>3</sup>

**LA CONTRATISTA** es responsable de cumplir con todas las normas COVENIN pertinentes al caso.

### 5.3. SOPORTES DE CONCRETO

El área tributaria de la tubería que le produce solicitaciones al soporte es la suma de las distancias a los soportes adyacentes dividido entre dos, es decir:

$$S = (S1 + S2)/2 \quad \text{Donde:}$$

S = Longitud del Área tributaria

S1 = Distancia entre el soporte en diseño y uno de los adyacentes anterior

S2 = Distancia entre soporte de diseño y el otro de los adyacentes posterior

NOTA: en ningún momento las distancias entre los soportes podrá ser mayores a las máximas permitidas por el estudio de flexibilidad realizado por la disciplina de mecánica.

Para efectos de cálculo se supone que los soportes tiene la misma separación por lo que

$$S1=S2 = 9 \text{ metros}$$

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	11 de 11

Las Cargas máxima vertical procedente de la tubería Ø 6" que deberá tomar el soporte de concreto se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4:** Cargas máxima vertical

Caso	Carga Uniforme (kg/m)	S(m)	P (kg)
Tubería Ø 6" vacía	28,23	9,00	254,07
Tubería Ø 6" llena	46,87	9,00	421,83

Como no se dispone de las cargas horizontales debido a que no existe un estudio de flexibilidad de la tubería Ø 6", se asume que la carga horizontal V es el 30% de la carga máxima vertical P

Es decir:

$$V = 0,30 P$$

Por lo que en la Tabla 5 tenemos:

**Tabla 5:** Cargas máxima horizontal

Caso	P (kg)	%	V(kg)
Tubería Ø 6" llena	421,83	0,30	126,55

De acuerdo a la información de la disciplina de Mecánica el centro de gravedad de la tubería Ø 6" se encuentra a 400 mm (0,40 m) del terreno que por falta de una topografía se considera plano por lo que el momento flector actuante será estimado mediante la ecuación:

$$Ma = V \times (0,40 + 0,20) \text{ m} = 126,55 \times 0,60 = 75,93 \text{ kgm}$$

Se toma el soporte como un bloque en forma de pirámide truncada simétrica en ambos sentidos y base cuadrada

La fórmula para el volumen del bloque viene dada por la expresión

$$V = V1 + V2$$

$$V1 = H1/3 (A1 + A2 + (A1 \times A2)^{0.5})$$

$$V2 = A1 \times H2$$

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	12 de 12

 <b>CORPOELEC</b> CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL	 <b>La Electricidad de Caracas</b>	 <b>SENECA</b> Sistema eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.	<b>INELMECA</b> RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

Donde:

H1 = altura del bloque sobre tierra = 0,40 m

H2 = altura del bloque dentro de la tierra = 0,20 m

Ht = altura total = 0,60 m

A1 = base mayor del bloque

A2 = base menor del bloque

Como las bases de la pirámide truncada son cuadradas se tiene:

A1= b1xb1 y A2 = b2xb2 (Tabla 6)

**Tabla 6:** Volumen del bloque

H1(m)	b1 (m)	b2(m)	A1(m <sup>2</sup> )	A2(m <sup>2</sup> )	V1(m <sup>3</sup> )	P(kg)
0,4	0,65	0,5	0,4225	0,25	0,1995	498,75

Para la base enterrada se tiene (Tabla 7).

**Tabla 7:** Base enterrada

H2(m)	b1(m)	A1(m <sup>2</sup> )	V2(m <sup>3</sup> )	P(kg)
0,2	0,65	0,4225	0,0845	211,25

**Casos de carga vertical únicamente (Tabla 8).**

**Tabla 8:** Carga vertical

Nº	Caso	P(kg)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	peso bloque	710,00	4225,00	0,168
2	1+ tubo 6" vacio	964,07	4225,00	0,228
3	1+tubo 6" lleno	1131,83	4225,00	0,268

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	13 de 13

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

Los esfuerzos son menores a la capacidad portante del suelo supuesta  $R_s = 1 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que son admisibles.

### Caso con cargas horizontales y verticales.

Las cargas horizontales sísmicas son aproximadamente del 10 al 12% de la carga vertical por lo que los máximos esfuerzos ocurren cuando se produce la carga horizontal V debido al flujo (caso N° 3)

$$M_a = V \times 0,60 \text{ m} = 126,55 \times 0,60 = 75,93 \text{ kgm}$$

$$M_r = P \times b/2 \text{ (el centro de gravedad del soporte coincide con el de las bases A1 y A2)}$$

$$M_r = 1131,83 \times 0,65/2 = 367,84 \text{ kgm}$$

$$M_a/(M_r \times 0,9) = 75,93/(0,9 \times 367,84) = 0,2294 < 0,70 \text{ por lo que no se voltea}$$

$$\text{Fuerza de roce} = 1131,83 \times \tan 30 = 1131,83 \times 0,577 = 653,07 \text{ kg}$$

$$V/(Fuerza \text{ de roce} \times 0,9) = 126,55/653,07 \times 0,9 = 0,2155 < 0,70 \text{ por lo que no desliza}$$

La excentricidad viene dada por la expresión

$$E = (M_r - M_a)/P = (367,84 - 75,93)/1131,83 = 0,2579 \text{ m}$$

$$E' = 0,65/2 - 0,2579 = 0,067 \text{ m} = 6,70 \text{ cm}$$

$$\text{Esfuerzo} = P/A1 \pm P \times E'/W1$$

$$\text{Donde } W1 = \text{modulo de sección de la base mayor } b1 \times b1 = 65 \times 65 \text{ m}^2$$

$$\text{El modulo de sección para una base cuadrada es } b1^3/6 = 65^3/6 = 45770,8 \text{ cm}^3$$

$$P/A = 0,268 \text{ kg/cm}^2$$

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	14 de 14

 CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL	 La Electricidad de Caracas	 Sistema eléctrico del Estado Nueva Esparta C.A.	 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

Los esfuerzos se observan en la Tabla 9.

**Tabla 9:** Esfuerzos

P/A (kg/cm <sup>2</sup> )	PE' /W (kg/cm <sup>2</sup> )	σ máximo(kg/cm <sup>2</sup> )	σ mínimo(kg/cm <sup>2</sup> )
0,268	0,166	0,434	0,102

Como se supone que el CBR es alto el refuerzo metálico es el mínimo para evitar la retracción.

#### 5.4. PEDESTALES PARA BOMBA

Las bombas se van a colocar dentro de la caseta existente el peso de las mismas es el que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 10:** Pesos bombas

Tipo	Número	Peso unidad (kg)	Peso total (kg)
I	2	75,70	151,40
II	2	166,00	332
Total			483,40

El área de planta del pedestal de 0,15 m de altura es de 5,65 m<sup>2</sup>

Por lo que el volumen es de 5,65\*0,15 = 0,8475 m<sup>3</sup>

La densidad del concreto γ= 2.500 kg/m<sup>3</sup>

Por lo que el peso del pedestal es de 2.500x0,8475 = 2.118,75 kg

Peso total = 483,40+ 2.118,75 = 2.602,15 kg

El esfuerzo adicional debido a las bombas viene dado por la expresión:

$\sigma = \text{Peso Total} / \text{área} = 2602,15/5,65 \times 100 \times 100 = 0,0461 \text{ kg/cm}^2$

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	15 de 15



No se tiene los cálculos estructurales de la caseta pero se estima lo siguiente:

Área aproximada 16 m<sup>2</sup>

Las cargas de servicio sobre el suelo, sin contar los pórticos se estiman aproximadamente en la Tabla 11 debiendo ser verificadas por **LA CONTRATISTA**.

**Tabla 11:** Cargas de servicio

Elemento	Area (m <sup>2</sup> )	CV (kg/m)	CM (kg/m)	CT (kg/m)	P(kg)
Techo	16	100	530	630	10.080,00
Piso	16	200	625	825	13.200,00
Sobrepiso	16	0	48	48	768,00
Paredes	16	0	150	150	2.400,00
Subtotal					26.448,00

El esfuerzo sobre el suelo viene dado por la expresión

$$\sigma = \text{Peso Total} / \text{área} = 26.448 / (16 \times 100 \times 100) = 0,1653 \text{ kg/cm}^2$$

Suponiendo un incremento del 20% por sismo se tiene

$$\sigma_d = 1,20 \times 0,1653 \text{ kg/cm}^2 = 0,1984 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma_t = 0,1984 + 0,0461 = 0,2445 \text{ kg/cm}^2 < 1 \text{ kg/cm}^2$  supuesto para el diseño para la capacidad portante del suelo por lo que la afectación es poca

El incremento del esfuerzo actuante sobre el suelo viene dado por la expresión

$$\text{Incremento} = 100 \times 0,0461 / 0,1653 = 27,88\%$$

Suponiendo que el concreto de la losa tiene una resistencia mínima  $f'c$  de 250 kg/cm<sup>2</sup> y está diseñada como un pavimento rígido se tiene que la sobrecarga de 2.118,75 kg es menor que una rueda del tren de carga HS20-44 +20% entonces se coloca acero de refuerzo según norma, Esta hipótesis deberá ser verificada por **LA CONTRATISTA** antes de la construcción en caso contrario se deberá reforzar la losa existente. Se asume que los pernos de anclaje de las bombas y amortiguadores vienen con los equipos.

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	16 de 16

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

## 5.5. LOSA PARA FILTROS

La losa será diseñada para soportar 4 filtros cuyas características dependerán del equipo a ser adquirido por **LA CONTRATISTA**.

Como no se tiene un estudio de suelos ni un levantamiento topográfico, se supone una capacidad portante del suelo de  $1 \text{ kg/cm}^2$  y una topografía prácticamente plana, se supone que todo el material excavado deberá ser trasladado al sitio de bote y se implantará la losa a media ladera siendo la cota superior de la losa lo suficiente como para poder construir muretes no mayores a 0,15 m. Los filtros estarán sobre un pedestal de concreto de 0,15 m de altura apoyado sobre la losa. La losa se diseña como un pavimento rígido.

De acuerdo a un catálogo comercial, un filtro con las características del seleccionado por la disciplina mecánica tiene un diámetro de 24" una altura de 82" y pesa lleno aproximadamente 90 kg es decir que 4 filtros pesan  $90 \times 4 = 360 \text{ kg}$ .

Colocando un pedestal de altura 0,15 m y área 6,50 m tiene un volumen de  $0,975 \text{ m}^3$

Peso =  $0,975 \times 2500 = 2437,50 \text{ kg}$

Peso total =  $360 + 2437,50 = 2797,5 \text{ kg}$  < carga de una rueda del tren de carga HS20-44

Y suponiendo un CBR > 70% se tiene que se debe colocar un acero normático.

**LA CONTRATISTA** deberá verificar los parámetros supuestos mediante la realización de un levantamiento planialtimétrico y un estudio geotécnico.

## 6. MEMORIA DE CÁLCULO INSTRUMENTACIÓN

### 6.1. BASES Y PREMISAS PARA EL DISEÑO

Se realizaron los cálculos necesarios para determinar el porcentaje de ocupación del cableado en conduits, basado en el Código Eléctrico Nacional, el cual especifica un porcentaje máximo de ocupación del 40 %.

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	17 de 17

## 7. MEMORIA DE CÁLCULO ELECTRICIDAD

### 7.1. BASES Y PREMISAS PARA EL DISEÑO

El presente aparte tiene como objetivo desarrollar la memoria de cálculo de los alimentadores, y protecciones a ser utilizados en el proyecto:

### 7.2. LISTADO DE IDENTIFICACION DE EQUIPOS

**Tabla 12:** Identificación de Equipos

Código - Carga	Descripción
CCM	Tablero Centro de control de Motores
BA-P-19-A	Bomba 10 HP (6,56 kVA)- a Instalar
BA-P-19-B	Bomba 10 HP (6,56 kVA) - a Instalar
BA-P-20-A	Bomba 30 HP (19,67 kVA) – a Instalar
BA-P-20-B	Bomba 30 HP (19,67 kVA) - a Instalar
BT-P-01	Bomba 15 HP-Existente
BT-P-02	Bomba 15 HP-Existente
TAT	Tablero de iluminación

### 7.3. CÁLCULO DE ALIMENTADORES

Los valores de corriente de los motores empleados para los cálculos de los alimentadores por ampacidad de corriente nominal son tomados de la tabla 430-150.- Motores Trifásicos de Corriente Alterna, corriente a plena carga en Amperes, del Código Eléctrico Nacional.

Para las demás cargas la corriente fue calculada de acuerdo a la expresión:

$$S = \sqrt{3}V * I_n$$

Donde:

S= Potencia aparente kVA

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	18 de 18

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

$V$  = Voltaje de Línea

$I$  = Corriente de Línea

La caída de tensión máxima permitida en operación para los circuitos ramales es de 3% para un voltaje nominal de 208V.

Los alimentadores de los motores tendrán una capacidad de corriente de 125% de la corriente nominal del motor de plena carga (art. 430-22).

Los valores de corriente de plena carga de los motores trifásicos se obtienen de la tabla 430-150 del CEN para 208 V, multiplicada por un factor de corrección de 1,1 para factor de potencia de 0,9.

Para el caso de todos los alimentadores y circuitos ramales se estima un factor de corrección por temperatura de 0,88, el cual corresponde a una temperatura ambiente de 40 ° C (tabla 310-16 de CEN), para conductores tipo THW 75 ° C.

## 7.4. RESULTADOS

- La caída de tensión, en condiciones de carga continua, para alimentadores de baja tensión no deberá exceder de lo siguiente:
- Circuitos ramales de motores, 3% máximo
- Alimentadores, 3% máximo
- Circuito ramal y alimentador combinado, 5% máximo
- Para motores de baja tensión se establece que la caída de tensión desde el transformador de potencia, lado 208 V hasta la carga final no sea mayor al 5%, 2% para los alimentadores principales (desde TDP hasta otros tableros) y 3% en el circuito ramal hasta el motor.

Como ejemplo se presenta el cálculo de un alimentador de motor:

Cálculos de Alimentadores:

Motor de Bomba de Patio de Tanques

Potencia 10 hp (6,56 kVA)

3 fases

V nominal 208 v

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	19 de 19

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

I plena carga = 30,8 Amp (corriente a plena carga de motores de inducción jaula de ardilla) referencia: tabla 430-150

Factor de corrección para factor de potencia 0,9= 1,1

Ajuste de corriente por ampacidad = (30,8A) x (1,1) = 33,88A

Capacidad del Alimentador

I alimentador=1,25\*I nominal a plena carga (art 430-22)

I alimentador= (1,25) x (33,88 A) = 42,35A

I alimentador= 42,35 A

Se seleccionó calibre # 8 AWG, tipo THW (3 FASES+ 1 TIERRA)

Ajuste de la corriente por temperatura

De acuerdo a la tabla 310-16 del CEN para un conductor el factor de corrección para temperatura ambiente entre 36 y 40 ° C es 0,88

Resultando la corriente del conductor (50 A) x (0,88)= 44 A

## 7.5. CAÍDA DE TENSIÓN

Premisas para el cálculo:

- Para motores de baja tensión se establece que la caída de tensión desde el transformador de potencia, lado 208V hasta la carga final no sea mayor al 5%, 2% para los alimentadores principales (desde CC04013 hasta CCM y otros tableros) y 3% en el circuito ramal hasta el motor.

Circuitos monofásicos,

$$dV(\%)= I \times L \times (r\cos(\alpha) + x\sin(\alpha)) / (5) \times (kV)$$

Circuitos trifásicos,

$$dV(\%)= ((\sqrt{3}) \times I \times L / (10) \times (kV)) \times (r\cos(\alpha) + x\sin(\alpha))$$

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	20 de 20

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

En las cuales se cumple

kV : Voltaje entre fases en kilovoltios

r = Resistencia del conductor

x= Reactancia del conductor

dV: caída de tensión en voltios

I: corriente que circula en Amp

L: longitud (una vía) en metros

Si el circuito es trifásico sin neutro, se multiplica por  $\sqrt{3}$  para compensar la utilización del voltaje de línea a neutro y no el de entre líneas.

ó simplemente, calcula dV sobre VLL

Referencia: Standard Handbook of Engineering Calculations, Hicks, capítulo 9.

## 7.6. CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN

VLL sistema es 0,208 kV

I plena carga = 30,8 Amp (corriente a plena carga de motores de inducción jaula de ardilla) referencia: tabla 430-150

$\cos \alpha = 0,8$  (factor de potencia

P= 10 hp

Longitud del circuito: 5 m

R= 2,5591  $\Omega$  (para calibre de conductor calibre # 8 AWG, tipo THW)

X= 0,2133  $\Omega$  (para calibre de conductor calibre # 8 AWG, tipo THW)

$$\Delta V = \left[ \left[ \sqrt{3} * I * L / (10 * K_v) \right] * (\cos \alpha + r \sin \alpha) \right]$$

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	21 de 21

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

$$\Delta V = (\sqrt{3}) * (30,8 \text{ A}) * (5) / (10) * (0,208) * (2,5591 * \cos(36) + 0,2133 * \sin(36))$$

$$\Delta V = 0,25 \%$$

Es decir, la caída de tensión en porcentaje es de 0,25%

Este cálculo demostrativo simplificado se hace con fines explicativos para efectos de la comprobación.

En el Anexo 4 se muestran los cálculos por caída de tensión y corriente para la selección de conductores de las cargas alimentadas desde los diferentes tableros. Los cables seleccionados cumplen tanto por caída de tensión, como por corriente.

Los cálculos se realizaron mediante una hoja de cálculo Excel desarrollada por **INELMECA**, y plenamente probada y comprobada en proyectos anteriores, sin embargo la divulgación al cliente no forma parte del alcance del proyecto, los resultados se muestran en el Anexo 4.

## 7.7. CÁLCULO DE INTERRUPTORES

De acuerdo a la tabla 430-52 para el cálculo del dispositivo de protección de sobre corriente (A)  $2,5 \times I_{pc}$ :  $(30,8 \text{ A}) \times (2,5) = 77 \text{ A}$ .

Se seleccionó un Interruptor de tres polos 80 Amperios.

**Tabla 13:** Capacidad de interruptores

Equipo	Interruptor
CCM	Principal 3x350A
BA-P-19-A	3x80A
BA-P-19-B	3x80A
BA-P-20-A	3x225A
BA-P-20-B	3x225A
BT-P-01	3x125A
BT-P-02	3x125A
TAT	Principal 2x40A
TAT - Alumbrado	1x20 A

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	22 de 22



 <b>CORPOELEC</b> <small>CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL</small>	 <b>La Electricidad de Caracas</b> <small>Compañía Anónima</small>	 <b>SENECA</b> <small>Sistema Eléctrico del Estado Nueva Esparta C.A.</small>	<div data-bbox="1190 149 1393 191" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <b>INELMECA</b> </div> <div data-bbox="1230 203 1349 220"> <small>RIF: J-00106267-0</small> </div> <div data-bbox="1190 231 1393 247"> <small>Empresa Certificada ISO 9001:2000</small> </div> 
<b>EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI</b>			
<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>			

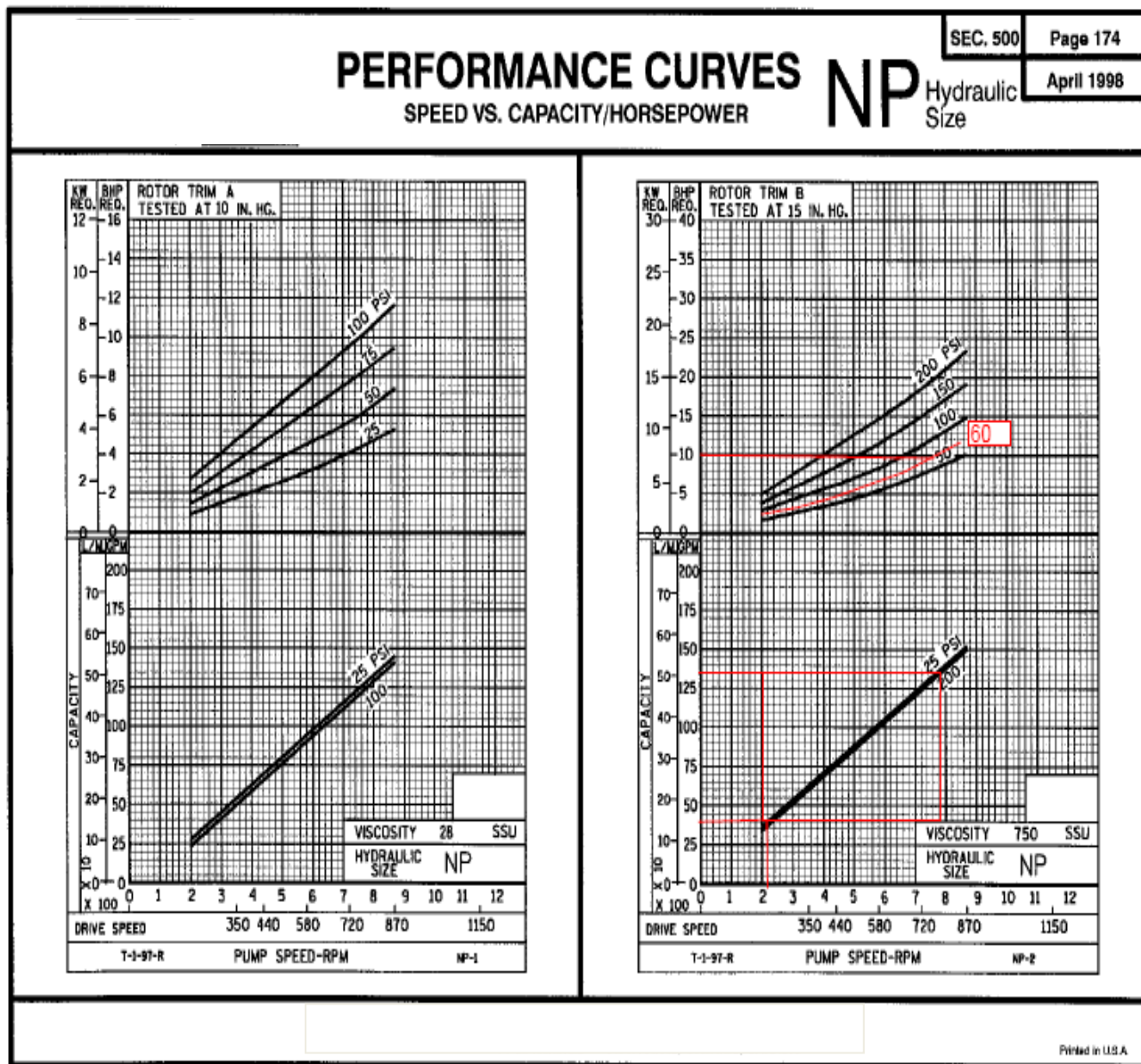
**ANEXO 1.- CURVA CARACTERÍSTICA BOMBA ROTATORIA  
MODELO GORMAN RUPP GHS2NP3-B  
(TOMADA COMO REFERENCIA)**

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	23 de 23



EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI

MEMORIA DE CÁLCULO



Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	24 de 24

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000 
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

## ANEXO 2.- TABLA CÁLCULO BOMBAS CENTRÍFUGAS

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	25 de 25

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	26 de 26

			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>INELMECA</b> </div> <div style="font-size: 0.8em; margin-top: 5px;"> RIF: J-00106267-0  Empresa Certificada ISO 9001:2000 </div>
<b>EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI</b>			
<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>			

**Tramo:**

**1 - T**

Longitud física:	113,0 m	
Especificación:	6" Sch 40	
Diámetro interno tubería:	6,025 pulg	153,0 mm
Rugosidad absoluta, <i>k</i> :	0,045 mm	
Factor fricción turbulento, $\lambda_t$ :	0,01487	
Caudal en el tramo:	118,0 m <sup>3</sup> /hr	519,2 gpm
Velocidad fluido:	1,78 m/s	5,85 pie/s
Altura de velocidad $v^2/2g$ :	0,16 m	0,53 pie
Factor de fricción, $\lambda$ :	0,02153	
Pérdidas en tubería:	2,57 m	8,44 pie
	2,28 m/100m	
Pérdidas en accesorios, $\Sigma\zeta$ :	1,18 m	3,86 pie
Pérdidas en accesorios, <b>Leq</b> :	1,70 m	5,58 pie
Pérdida total, base $\Sigma\zeta$ :	3,75 m	12,30 pie
Pérdida total, base <b>Leq</b> :	4,27 m	14,02 pie

**Cálculo de equivalentes hidráulicos:**

**Conocido "Δ*h*":**

Pérdida a través dispositivo:	m	pie
Cáida de presión:	kgf/cm <sup>2</sup>	psi
Cv Equivalente:	ζ equiv	

**Accesorios**

Cant	Descripción	Cv ó K	ζ	Σζ
4	Codo 90° R.L. 6"		0,45	1,80
6	Codo 45° R.L. 6"		0,51	3,06
2	Tee Branch 6"		0,90	1,80
2	Reducción Con 3"x6"		0,30	0,60

<b>Σζ global:</b>	<b>7,26</b>
<b>Long. Equivalente:</b>	<b>74,72 m</b>
	<b>245,13 pie</b>

**Tramo 1-T:** Corresponde al tramo entre el cabezal 6" y tanques 1, 2 y 3.

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	27 de 27

 <b>CORPOELEC</b> CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL	 <b>La Electricidad de Caracas</b>	 <b>SENECA</b> Sistema Eléctrico del Estado Nueva Esparta C.A.	<b>INELMECA</b> RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

### Evaluación Succión

#### Valores en la brida de succión de la bomba:

Elevación, $Z_s$	0,00 m	0,00 pie
Altura de velocidad, $v^2/2g$ :	0,81 m	2,66 pie

#### Energía total, $H_s$ :

En base a pérdidas con $\Sigma\zeta$ :	7,29 m	23,91 pie
En base a pérdidas con $Leq$ :	6,59 m	21,61 pie

#### Presión:

En base a pérdidas con $\Sigma\zeta$ :	0,55 kgf/cm <sup>2</sup> g	7,85 psig
En base a pérdidas con $Leq$ :	0,49 kgf/cm <sup>2</sup> g	7,00 psig

#### NPSHD:

En base a pérdidas con $\Sigma\zeta$ :	17,62 m	57,80 pie
En base a pérdidas con $Leq$ :	16,92 m	55,50 pie

#### Pérdidas por fricción totales en la línea de succión:

En base a $\Sigma\zeta$ :	4,71 m	15,46 pie
En base a $Leq$ :	5,41 m	17,76 pie

### Línea de Descarga

Tramo:			Accesorios				
	D-1		Cant	Descripción	Cv ó K	$\zeta$	$\Sigma\zeta$
Longitud física:	7,0 m						
Especificación:	4" Sch 40						
Diámetro interno tubería:	4,026 pulg	102,3 mm	1	Válvula de compuerta 4"		0,14	0,14
Rugosidad absoluta, $k$ :	0,045 mm		4	Codo 90° R.L. 4"		0,51	2,04
Factor fricción turbulento, $\lambda_t$ :	0,01622		1	Filtro tipo barril 4"		0,35	0,35
			1	Válvula check 4"		0,85	0,85
Caudal en el tramo:	118,0 m <sup>3</sup> /hr	519,2 gpm	2	Reducción Con 4"x6"		0,32	0,64
Velocidad fluido:	3,99 m/s	13,09 pie/s					
Altura de velocidad $v^2/2g$ :	0,81 m	2,66 pie					
Factor de fricción, $\lambda$ :	0,02065						
Pérdidas en tubería:	1,15 m	3,76 pie					
	16,39 m/100m						
Pérdidas en accesorios, $\Sigma\zeta$ :	3,26 m	10,71 pie					
Pérdidas en accesorios, $Leq$ :	4,15 m	13,63 pie					
Pérdida total, base $\Sigma\zeta$ :	4,41 m	14,47 pie					
Pérdida total, base $Leq$ :	5,30 m	17,40 pie					
<b>Cálculo de orificios o equivalentes hidráulicos:</b>							
Coeficiente de forma, $C$ :							
<b>Conocido "<math>\Delta h</math>":</b>							
Pérdida a través dispositivo:	m	pie					
Cáida de presión:	kgf/cm <sup>2</sup>	psi					
Cv Equivalente:	$\zeta$ equiv						
<b>Conocido "<math>d</math>":</b>							
Diámetro del orificio, $d$ :	mm						
Cv Equivalente:							
<b>Conocido "<math>C_v</math>":</b>							
Cv Equivalente:							
Diámetro del orificio, $d$ :	mm						
						$\Sigma\zeta$ global:	4,02
						Long. Equivalente:	25,34 m
							83,15 pie

**Tramo D-1:** Corresponde al tramo entre la descarga de la Bomba y el tramo de 4".

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	28 de 28

			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>INELMECA</b>  <small>RIF: J-00106267-0</small>  <small>Empresa Certificada ISO 9001:2000</small> </div> 
<b>EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI</b>			
<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>			

**Tramo:**
**1-TG**

Longitud física:	300,0 m	
Especificación:	6" Sch 40	
Diámetro interno tubería:	6,065 pulg	154,1 mm
Rugosidad absoluta, <i>k</i> :	0,045 mm	
Factor fricción turbulento, $\lambda_t$ :	0,01485	
Caudal en el tramo:	118,0 m <sup>3</sup> /hr	519,2 gpm
Velocidad fluido:	1,76 m/s	5,77 pie/s
Altura de velocidad $v^2/2g$ :	0,16 m	0,52 pie
Factor de fricción, $\lambda$ :	0,02155	
Pérdidas en tubería:	6,61 m	21,70 pie
	2,20 m/100m	
Pérdidas en accesorios, $\Sigma\zeta$ :	0,56 m	1,85 pie
Pérdidas en accesorios, <b>Leq</b> :	0,82 m	2,68 pie
Pérdida total, base $\Sigma\zeta$ :	7,18 m	23,55 pie
Pérdida total, base <b>Leq</b> :	7,43 m	24,38 pie

**Cálculo de orificios o equivalentes hidráulicos:**

 Coeficiente de forma, *C*:

**Conocido "Δ*h*":**

Pérdida a través dispositivo:      m      pie

 Caída de presión:      kgf/cm<sup>2</sup>      psi

Cv Equivalente:      ζ equiv

**Conocido "d":**

 Diámetro del orificio, *d*:      mm

Cv Equivalente:

**Conocido "Cv":**

Cv Equivalente:

 Diámetro del orificio, *d*:      mm

**Accesorios**

Cant	Descripción	Cv ó K	ζ	Σζ
1	Válvula de compuerta 6"		0,12	0,12
2	Tee Branch 6"		0,90	1,80
3	Codo 90° R.L. 6"		0,45	1,35
1	Reducción Con 3"x6"		0,30	0,30
				<b>Σζ global:</b>
				<b>Long. Equivalente:</b>
				3,57
				37,03 m
				121,50 pie

**Tramo 1-TG:** Corresponde al tramo entre el cabezal 6" y las Unidades de Generación.

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	29 de 29



			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

### Evaluación Descarga

#### Valores en la brida de descarga de la bomba:

Elevación, $Z_d$	0,29 m	0,94 pie
Altura de velocidad, $v^2/2g$ :	0,81 m	2,66 pie

#### Energía total, $H_d$ :

En base a pérdidas con $\Sigma\zeta$ :	m	pie
En base a pérdidas con $Leq$ :	m	pie

#### Presión:

En base a pérdidas con $\Sigma\zeta$ :	4,70 kgf/cm <sup>2</sup> g	66,91 psig
En base a pérdidas con $Leq$ :	4,80 kgf/cm <sup>2</sup> g	68,30 psig

#### Pérdidas por fricción totales en la línea de descarga:

En base a $\Sigma\zeta$ :	11,59 m	38,02 pie
En base a $Leq$ :	12,73 m	41,78 pie

### Evaluación Bomba

Caudal manejado:	118,0 m <sup>3</sup> /hr	519,2 gpm
------------------	--------------------------	-----------

#### Altura dinámica total, $\Delta H_b$ :

En base a pérdidas con $\Sigma\zeta$ :	49,00 m	160,75 pie
En base a pérdidas con $Leq$ :	50,84 m	166,80 pie

#### Altura estática del sistema:

A la succión (ref. "Datum"):	12,00 m	39,37 pie
	1,02 kgf/cm <sup>2</sup> g	14,55 psig
A la descarga (ref. "Datum"):	44,69 m	146,63 pie

	3,81 kgf/cm <sup>2</sup> g	54,19 psig
Altura estática sistema, $\Delta H_o$ :	32,69 m	107,26 pie

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	30 de 30

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000	
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI				
MEMORIA DE CÁLCULO				

### ANEXO 3.- CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA MODELO GORMAN RUPP O4A3-B (TOMADA COMO REFERENCIA)

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	31 de 31


**EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI**
**MEMORIA DE CÁLCULO**
**Pump Data Sheet - Gorman-Rupp Industrial Catalog**

Company: M&amp;M PUMPS, C.A.

Name: INELMECA-SENECA MARGARITA


**Pump:**

Size: 04A-B-1

Type: O-SERIES

Synch speed: Adjustable

Curve: 04A-B-1

Specific Speeds:

Dimensions:

Speed: 2600 rpm

Dia: 318 mm

Impeller:

nq: —

S: —

Suction: —

Discharge: —

**Search Criteria:**

Flow: 100 m³/hr

Head: 50 m

**Fluid:**

Diesel #2

SG: 0.864

Viscosity: 0.422 cP

NPSHa: —

Temperature: 30 °C

Vapor pressure: 0.13 kPa a

Atm pressure: 101.3 kPa a

**Motor:**

Standard: IEC

Enclosure: TEFC

Sizing criteria: Max Power on Design Curve

Speed: —

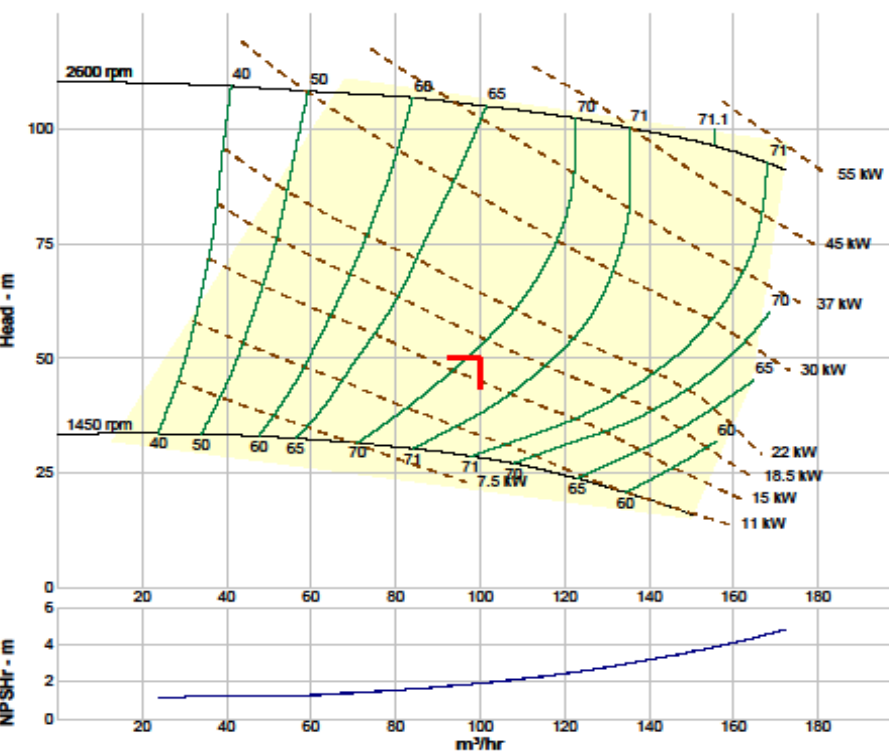
Frame: —

**Pump Limits:**

Temperature: —

Pressure: —

Sphere size: —



— Data Point —	
Flow:	100 m³/hr
Head:	105 m
Eff:	65%
Power:	38.2 kW
NPSHr:	1.92 m
— Design Curve —	
Shutoff head:	110 m
Shutoff dP:	931 kPa
Min flow:	—
BEP:	71% @ 155 m³/hr
NOL power:	52.1 kW @ 172 m³/hr
— Max Curve —	
Max power:	52.1 kW @ 172 m³/hr

**Performance Evaluation:**

Flow m³/hr	Speed rpm	Head m	Efficiency %	Power kW	NPSHr m
120	2600	103	69	41.6	2.46
100	2600	105	65	38.2	1.92
80	2600	107	58	34.3	1.56
60	2600	108	50	30.3	1.28
40	2600	109	40	26	1.21

Selected from catalog: Gorman-Rupp Industrial Pumps.60 Vers: 4.1

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	32 de 32

 <b>CORPOELEC</b> <small>CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL</small>	 <b>La Electricidad de Caracas</b> <small>El Poder de la Energía</small>	 <b>SENECA</b> <small>Sistema Eléctrico del Estado Nueva Esparta C.A.</small>	<b>INELMECA</b> <small>RIF: J-00106267-0</small> <small>Empresa Certificada ISO 9001:2000</small> 
<b>EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI</b>			
<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>			

## ANEXO 4.- RESUMEN DE CÁLCULOS DE ALIMENTADORES Y PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	33 de 33

**EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI**
**MEMORIA DE CÁLCULO**
**TABLA DE RESULTADOS DE CÁLCULO POR CAPACIDAD DE CORRIENTE PATIO DE TANQUE**

EQUIPOS	KVA	HP	Factor de Demanda	Tipo de Carga	I plena carga (tabla 430-150 CEN 200-2004)	I plena carga x factor de corrección (0,9) a factor de potencia 0,9 (tabla 430-150)	Alimentador (1,25x I plena carga 430-32A CEN 200-2004)	Conductor Existente	Calibre del Conductor Recomendado	I conductor* factor de corrección (0,88 tabla 310-16 CEN 200-2004)	Dispositivo de Protección de Sobrecorriente(A)2,5 0x Ipc (art 430-52)	Interruptor Recomendado	Protección de Sobrecarga x 1,25(art 430-32)	Protección de Sobrecarga recomendada
<b>TABLERO CCM Principal</b>														
Dmedia	80		1	continua	222.32	200.09	277.90		3 n° 350 MCM AWG+1 n°350	132	277.90	3p-350 A		
BT-P-01		15	1	no continua	46.2	50.82	63.53	4 THW n° 4 AWG, THW	4 THW n° 6 AWG, THW	40.66	115.50	3p-125 A	50.82	3p-60 A
BT-P-02		15	1	no continua	46.2	50.82	63.53	4 THW n° 4 AWG, THW	4 THW n° 6 AWG, THW	40.66	115.50	3p-125 A	50.82	3p-60 A
BA-P-19-A		10	1	no continua	30.8	33.88	42.35	-	4 THW n° 8 AWG, THW	27.10	77.00	3p-80 A	33.88	3p-35 A
BA-O-19-B		10	1	continua	30.8	33.88	42.35	-	4 THW n° 8 AWG, THW	27.10	77.00	3p-80 A	33.88	3p-35 A
BA-P-20-A		30	1	continua	88	96.8	121.00	-	3 THW n° 2 AWG+1 THW n° 4	77.44	220.00	3p-225 A	96.80	3p-100 A
BA-P-20-B		30	1	no continua	88	96.8	121.00	-	3 THW n° 2 AWG+1 THW n° 4 AWG	77.44	220.00	3p-225 A	96.80	3p-100 A
ILUMINACIÓN RESERVA EQUIPADA	0.25		1	continua	10.00	9.17	11.46	2 THW n° 12 AWG, THW	2 THW n° 12 AWG, THW	12.5		1p-20 A		
<b>TABLERO: TAT</b>														
Dmedia	7.87		1	continua	21.87	19.68	27.34	-	4 THW n° 10 AWG	74.8	32.81	2p-40 A		
ILUMINACIÓN			1	continua	10.00	9.17	11.46	-	2 THW n° 12 AWG, THW	12.5		1p-20 A		

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	34 de 34

**EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI**

**MEMORIA DE CÁLCULO**

**TABLA DE RESULTADOS DE CALCULO DE CAIDA DE TENSION**

**Proyecto: AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE FILTRADO DE COMBUSTIBLE A LA SALIDA DEL PATIO DE LOS TANQUES 1, 2 Y 3**

**Fecha: OCT-2008**

Nº	DATOS DE CARGA										SELECCION DEL CONDUCTOR															
	'IDENTIFICACION		TENSION (V)	POTENCIA				FLA In (A)	DIST. (m.)	I. DISEÑO Id (A)	TIPO INSTALACION	CARACTERISTICAS CONDUCTOR				REG. MAX. (%)	CAIDA DE TENSION (%)	% DE CARGA	CONDUIT DIAMETRO (")	TIEMPO CORTO CIRCUITO (seg.)	# CABLES POR FASE					
				MOTORES								TEMP.  (60C;75C;90C)	Nº	CALIBRE AWG o MCM	CABLE CAP. (A)							AREA DEL CABLE (mm2)				
	Desde	Hasta (Tag del equipo)		# DE FASES	fp	en HP	LRA (A)	FLA In(A)	en KVA																	
	Caseta de Bombas Trasiego																									
1	CCM	Bomba BA-P-19-A 10 HP	208 3	0,8	10,0	98,26	30,80		30,80	5,0	38,50	C	75C	3 1	x1/C# x1/C#	8 8	+	(T)	50,00	170,15 29,21	3,00	0,27	61,60	1,00	1,31E-25	1
2	CCM	Bomba BA-P-19-B 10 HP	208 3	0,8	10,0	98,26	30,80		30,80	5,0	38,50	C	75C	3 1	x1/C# x1/C#	8 8	+	(T)	50,00	170,15 29,21	3,00	0,27	61,60	1,00	1,31E-25	1
3	CCM	Bomba BA-P-20-A 30 HP	208 3	0,8	30,0	294,78	88,00		88,00	6,0	110,00	C	75C	3 1	x1/C# x1/C#	2 2	+	(T)	115,00	350,52 88,20	3,00	0,23	76,52	1 ½	3,95E-25	1
4	CCM	Bomba BA-P-20-A 30 HP	208 3	0,8	30,0	294,78	88,00		88,00	6,0	110,00	C	75C	3 1	x1/C# x1/C#	2 2	+	(T)	115,00	350,52 88,20	3,00	0,23	76,52	1 ½	3,95E-25	1
5	CCM	Bomba BT-P-01 15HP	208 3	0,8	15,0	147,39	46,20		46,20	5,0	57,75	C	75C	3 1	x1/C# x1/C#	6 6	+	(T)	65,00	208,09 47,76	3,00	0,26	71,08	1 ½	2,14E-25	1
6	CCM	Bomba BT-P-02 15 HP	208 3	0,8	15,0	147,39	46,20		46,20	5,0	57,75	C	75C	3 1	x1/C# x1/C#	6 6	+	(T)	65,00	208,09 47,76	3,00	0,26	71,08	1 ½	2,14E-25	1
7	CC04013	CCM	208 3	0,8		0,00	0,00	80,39	223,14	136,0	267,77	C	75C	3 1	x1/C# x1/C#	350 350	+	(T)	620,00	1402,07 393,88	3,00	1,27	35,99	3,00	7,06E-24	2 2
8	CCM	TAT	208 3	0,8		0,00	0,00	7,87	21,84	4,0	26,21	C	75C	3 1	x1/C# x1/C#	8 8	+	(T)	50,00	170,15 29,21	3,00	0,15	43,68	1,00	1,31E-25	1

**LEYENDA:**

Elaborado por: M.B.

**Tipo de instalación:**

- (A) AL AIRE
- (B) BANDEJA
- (C) CONDUIT
- (D) DUCTO MAGNETICO
- (N) DUCTO NO MAG.

- In : CORRIENTE NOMINAL (A)
- fp : FACTOR DE POTENCIA
- V : TENSION (V)
- dV% : CAIDA DE TENSION
- r : RESISTENCIA (Ohm/km)
- x : REACTANCIA (Ohm/km)
- HP : HORSE POWER
- S/E : SUBESTACION MANEJO DE MATERIALES

- t : TIEMPO DE CORTO CIRCUITO (seg)
- Icc : CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO (Amps)
- CM : CM: CONDUCTOR AREA (CIRC. MILS)
- T1 : TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN (75 °C)
- T2 : TEMPERATURA MÁXIMA DE CORTO CIRCUITO(250 °C)
- 3ø: TRIFASICO
- 1ø: MONOFASICO

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-21	35 de 35