UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
COORDINACIÓN DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REDES DOMESTICAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL, BASADO EN EL MODELO DE MARCO LÓGICO

ING. JOAQUÍN MORENO CASTELLANO

PUERTO ORDAZ, JUNIO DE 2007

DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REDES DOMESTICAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL, BASADO EN EL MODELO DE MARCO LÓGICO

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
COORDINACIÓN DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REDES DOMESTICAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL, BASADO EN EL MODELO DE MARCO LÓGICO

ING. JOAQUÍN MORENO CASTELLANO

Trabajo de Grado presentado ante la Dirección de Investigación y Postgrado del Vicerrectorado de Puerto Ordaz como parte de los requisitos para optar al Título Académico de Magíster Scientiarum en Ingeniería Industrial.

TUTOR: ING. JORGE CRISTANCHO. M.Sc.

PUERTO ORDAZ, JUNIO DE 2007

Moreno Castellano, Joaquín

“Desarrollo de un proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural, basado en el modelo de marco lógico.”. 2007.
154 Páginas.
Trabajo de Grado
Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vicerrectorado Puerto Ordaz. Dirección de Investigación y Postgrado.
Maestría en ingeniería Industrial.
Tutor: Ing. Jorge Cristancho. M.Sc.
Bibliografía Pág. 136
Capítulos: I. El Problema, II. Marco Teórico, III. Marco Metodológico, IV. Resultados, V. Propuesta, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía, Apéndices y Anexos

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
COORDINACIÓN DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA DE EVALUACIÓN

En mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por el **Ing. Joaquín Moreno Castellano**, para optar al grado académico de **Magíster Scientiarum en Ingeniería Industrial**. Titulado: **DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REDES DOMESTICAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL, BASADO EN EL MODELO DE MARCO LÓGICO**, considero que dicho trabajo reúne los requerimientos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por parte del jurado examinador.

En la ciudad de Puerto Ordaz a los siete días del mes de junio de dos mil siete.

Ing. Jorge Cristancho. M.Sc.
CI: 3.007.904

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
COORDINACIÓN DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por la Comisión de Estudios de Postgrado de la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre" Vice-Rectorado Puerto Ordaz, para examinar el proyecto de Trabajo de Grado presentado por el **Ing. Joaquín Moreno Castellano,** portador de la Cédula de Identidad número: **13.050.140**. Titulado: **DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REDES DOMESTICAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL, BASADO EN EL MODELO DE MARCO LÓGICO**, el cual es presentado para optar al grado académico de **Magister Scientiarum en Ingeniería Industrial,** consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto, lo declaramos **APROBADO**.

En la ciudad de Puerto Ordaz a los siete días del mes de junio de dos mil siete.

Presidente

Miembro Principal

Miembro Principal

DEDICATORIA

A DIOS

A mis padres

A Katarina, mi amada esposa

A mi Bebé, que viene en camino, quien sin saberlo me ha motivado para culminar este trabajo

A mis hermanos, fuentes de optimismo e inspiración

A mis sobrinos, que este logro les sirva se ejemplo y les llene de optimismo

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación y Post-Grado de la UNEXPO por el apoyo brindado.

A la Lic. M.Sc. Rosa Rojas de Narváez por su apoyo y orientación para la definición y desarrollo del tema de Investigación.

Al Ing. M.Sc. Jorge Cristancho, por el apoyo brindado para la realización de ésta Investigación.

Al Ing. M.Sc. Joaquín Silva Díaz, por la orientación técnica para la realización de este proyecto.

Finalmente a todos aquellos compañeros de trabajo y estudios, quienes aportaron con sus criticas constructivas el fortalecimiento de esta investigación.

Moreno Castellano, Joaquín (2007). **Desarrollo de un Proyecto para la Construcción de un Sistema de Redes Domesticas de Distribución de Gas Natural, Basado en el Modelo de Marco Lógico**. Trabajo de Grado. Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre". Vicerrectorado Puerto Ordaz. Dirección de Investigación y Postgrado. Maestría en ingeniería Industrial. Tutor: Ing. Jorge Cristancho. M.Sc.

RESUMEN

En el presente Trabajo de Grado se presenta el estudio que tiene como propósito la elaboración de un proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural para dar respuesta a la problemática planteada actualmente en la ciudad de Puerto Ordaz. Esta ciudad carece de un sistema de distribución de gas natural para las zonas residenciales, lo que ha ocasionado un incremento en el gasto promedio en energía de sus habitantes. Este trabajo se planteó como objetivo general desarrollar de un proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural, basado en el modelo de marco lógico. El estudio que se propuso en este trabajo se desarrolló como una investigación no experimental de tipo aplicado o tecnológico, ya que se expuso una alternativa de solución a la problemática que se presenta. Para lograr esto se contemplaron las siguientes acciones: a) Se recopiló la información de la cantidad de clientes potenciales. b) Se determinó y analizó las características de la población. c) Se elaboró plano del área de estudio indicando la ubicación de calles, avenidas y zonas residenciales. d) Se estableció en un plano el recorrido de la tubería principal y secundaria, así como de la ubicación de la estación de regulación principal. e) Se realizó un análisis a las redes propuestas a través de una simulación. f) Se realizó la evaluación económica de la construcción de la red. g) Se elaboró la presentación del proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural, basado en el modelo de marco lógico. El presente estudio se enmarca dentro de la línea de investigación de Gerencia por cuanto el desarrollo del proyecto para la construcción de la red domestica de distribución de gas natural tuvo como finalidad la disminución en el gasto promedio en energía de los usuarios y contribuirá a la mejora en la calidad de vida de los usuarios.

Palabras claves: 1. Gas Natural, 2. Distribución de gas, 3. Red doméstica, 4. Marco lógico.

ÍNDICE

CAPÍTULO Página

ACTA DE EVALUACIÓN v
ACTA DE APROBACIÓN vi
DEDICATORIA vii
AGRADECIMIENTOS viii
RESUMEN ix
INTRODUCCIÓN 1

1 EL PROBLEMA 3
OBJETIVOS 6
OBJETIVO GENERAL 6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2 MARCO TEÓRICO 8
REVISIÓN DE LA LITERATURA 8
BASES TEÓRICAS 10
EL GAS NATURAL 10
Proceso de obtención del gas 11
Aplicaciones 13
REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL 16
Planificación de redes citadinas 18
Construcción de una red de distribución de gas natural 20
EL ENFOQUE DE MARCO LÓGICO 21
Definición del marco lógico 21
Origen e importancia 23
¿Cómo es el marco lógico? 24
Metodología de diseño de proyectos 27
Identificación de problemas 29
Análisis de problemas 30
Análisis de objetivos 32

Análisis de alternativas 34
Matriz del marco lógico 35
La lógica de un proyecto 38
EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS 42
Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).....42
Análisis de sensibilidad 42
Valor presente neto (VPN) 42
Tasa interna de retorno (TIR).....43
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....44
SISTEMA DE VARIABLES 45

3 MARCO METODOLÓGICO.....47
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....47
POBLACIÓN Y MUESTRA 48
INSTRUMENTOS 49
INTERNET, BIBLIOTECAS Y OTRAS FUENTES 49
PAQUETES COMPUTARIZADOS.....49
PROCEDIMIENTO.....49

4 RESULTADOS 51
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 51
ANÁLISIS DEL PROBLEMA 51
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 54
ANÁLISIS DE MERCADO.....54
El producto: El gas natural 54
La demanda 55
La oferta.....65
El precio 66
ANÁLISIS TÉCNICO.....70
Bases para el diseño 70
Cálculo de la red 76
Especificaciones técnicas 94

ANÁLISIS ECONÓMICO 100
Condiciones de la evaluación 101
Programa de inversiones 103
Flujo neto de efectivo 104
Análisis de sensibilidad 107
MATRIZ DEL MARCO LÓGICO 110

5 LA PROPUESTA 112
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 114
ANÁLISIS DEL PROBLEMA 114
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 117
ANÁLISIS DE MERCADO 117
ANÁLISIS TÉCNICO 120
ANÁLISIS ECONÓMICO 124
Análisis de sensibilidad 129
MATRIZ DE MARCO LÓGICO 131

CONCLUSIONES 133
RECOMENDACIONES 135
BIBLIOGRAFÍA 136
APÉNDICES 140
ANEXOS 147

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Tabla		Página
1	Composición Típica del Gas Natural	11
2	Pasos para la formulación de proyectos	29
3	Definición y operacionalización de las variables	46
4	Demanda proyectada en 20 años	65
5	Precio del gas metano desde el Centro de Despacho Anaco	67
6	Tarifa de transporte del gas metano desde el Centro de Despacho Anaco	67
7	Tarifa de distribución del gas metano a través de la red industrial desde el Centro de Despacho Anaco	68
8	Tarifa de distribución del gas metano a través de la red doméstica	68
9	Importe total por metro cúbico (m^3) de gas para el consumidor doméstico	69
10	Resumen de datos de entrada de Red Universidad 1	76
11	Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 1- año 1	78
12	Resumen de datos de entrada de Red Universidad 1- año 20	79
13	Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 1- año 20	81
14	Resumen de datos de entrada de Red Universidad 2- año 1	82
15	Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 2- año 1	84
16	Resumen de datos de entrada de Red Universidad 2- año 20	85
17	Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 2- año 20	87
18	Resumen de datos de entrada de Red Universidad 3- año 1	88
19	Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 3- año 1	90
20	Resumen de datos de entrada de Red Universidad 3- año 20	91
21	Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 3- año 20	93

22 Precios y tarifas aplicados en Bs. 102
23 Precios y tarifas aplicados en $ 102
24 Tarifas de derecho de incorporación..... 103
25 Programa de inversiones 104
26 Ingresos 105
27 Egresos..... 106
28 Flujo neto de efectivo 106
29 Matriz del Marco Lógico 111
30 Demanda proyectada en 20 años 119
31 Precios y tarifas aplicados en $ 125
32 Tarifas de derecho de incorporación..... 126
33 Programa de inversiones 127
34 Ingresos 127
35 Egresos..... 128
36 Flujo neto de efectivo 128
37 Matriz de Marco Lógico..... 132

Gráfico

1 Tipo de Vivienda 55
2 Uso de equipos en el hogar 56
3 Tipos de combustibles usados 56
4 Gasto promedio mensual en combustible 57
5 Satisfacción con servicio de gas (GLP).....58
6 Satisfacción con servicio de electricidad 59
7 Conocimiento del gas natural o gas metano 59
8 Conocimiento de los Beneficios del uso del gas natural como combustible doméstico.....60
9 Conocimiento del ahorro en el gasto promedio mensual por uso de gas natural como combustible 61
10 Disposición a contratar el servicio de distribución de gas natural a través de una red doméstica de distribución 62
11 Disposición a pagar derecho de incorporación a la red 62

12 Porcentaje de incorporación de clientes..... 64
13 Sensibilidad a la inversión..... 108
14 Sensibilidad a las tarifas..... 109
15 Sensibilidad al cobro por derecho de incorporación..... 110
16 Curva de incorporación de clientes a la red 118
17 Sensibilidad a la inversión 129
18 Sensibilidad a las tarifas..... 130
19 Sensibilidad al cobro por derecho de incorporación..... 131

Figura

1 Extracción del Gas Natural..... 12
2 Gasoducto..... 13
3 Distribución de Gas Natural 17
4 Enfoque del marco lógico..... 22
5 Matriz del marco lógico 27
6 Árbol de problemas 32
7 Árbol de objetivos..... 34
8 Análisis de supuestos..... 38
9 Lógica del proyecto 41
10 Árbol de Problemas..... 52
11 Árbol de Objetivos..... 53
12 Red Universidad 1..... 73
13 Red Universidad 2..... 74
14 Red Universidad 3..... 75
15 Simulación de Red Universidad 1- año 1 77
16 Simulación de Red Universidad 1- año 20 80
17 Simulación de Red Universidad 2- año 1 83
18 Simulación de Red Universidad 2- año 20 86
19 Simulación de Red Universidad 3- año 1 89
20 Simulación de Red Universidad 3- año 20 92
21 Separación de la tubería de gas con respecto a otro servicio..... 95

22 Especificaciones de construcción de zanjas 97
23 Árbol de Problemas.....115
24 Árbol de Objetivos.....116
25 Red Universidad 1.....122
26 Red Universidad 2.....123
27 Red Universidad 3.....124

INTRODUCCIÓN

El gas natural no es algo nuevo. De hecho, el gas natural ha sido expulsado a la superficie terrestre desde hace millones de años. Sin embargo, los métodos para obtenerlo, llevarlo hasta la superficie, y ponerlo a disposición para su uso, son relativamente recientes.

En sus inicios, el gas natural fue utilizado exclusivamente como una fuente de iluminación, pues sin una infraestructura de tuberías era muy difícil transportar el gas por largos trayectos o inclusive hasta dentro de los hogares para ser utilizado como fuente de calefacción o como fuente de cocción de alimentos.

No fue sino hasta 1891 que fue construida la primera red de tuberías para el transporte de gas, la cual llevaba el gas desde un yacimiento en Indiana Central hasta la ciudad de Chicago. Una vez que el transporte de gas fue posible, fueron descubierto nuevos usos para el gas natural.

Actualmente existen muchas ciudades en el mundo que están provistas de redes citadinas para satisfacer la demanda de los usuarios. Y, de igual manera, hay tuberías que parten de la Siberia y llevan el gas hasta Europa, o desde Argentina, para satisfacer la demanda de Chile o del Brasil.

En Venezuela, dado que es un país eminentemente petrolero, el gas natural ha sido utilizado desde comienzos del siglo XX. Existen redes de tuberías que cubren toda la zona norte del país y ciudades, como Maracaibo, que poseen redes de gas desde el año 1.938.

Con la realización de la presente investigación se pretendió desarrollar un proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural, utilizando la metodología del marco lógico para la presentación del mismo.

Esta investigación es importante porque la red doméstica de distribución de gas natural permitiría a los usuarios contar con una fuente de energía económica, segura y confiable.

El estudio se realizó en la Parroquia Universidad, municipio Caroní, de la ciudad de Puerto Ordaz en el Estado Bolívar.

Durante la elaboración del estudio se determinaron y analizaron las características de la población, se elaboró un plano del área de estudio indicando la ubicación de calles, avenidas y zonas residenciales, así como el recorrido de la tubería principal, secundaria y la ubicación de la estaciones de regulación principal; se realizó un análisis técnico- económico a la(s) red (es) propuesta(s) y finalmente, se elaboró la presentación del proyecto para la construcción del sistema de redes domesticas de distribución de gas natural, basado en el modelo de marco lógico.

A través de este informe se presenta el resultado de la investigación que se realizó en los siguientes capítulos. En el Capítulo 1: se expone el problema objeto de investigación. En el Capítulo 2: se detallan los aspectos referidos a los antecedentes, bases teóricas, sistemas de preguntas que fueron respondidas con la investigación propuesta y sistemas de variables del estudio propuesto. En el Capítulo 3: se presenta el diseño metodológico que se siguió para realizar el estudio. En el capítulo 4: se hace un estudio de la situación actual de las fuentes de energías usadas por la población y se realiza un análisis técnico-económico del proyecto. El capítulo 5: corresponde a la presentación del proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural, basado en el modelo de marco lógico. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía, apéndices y anexos.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

El gas natural se formó hace millones de años con lodo, arena, piedras, plantas y materia animal, que al acumularse gradualmente en capas con la presión y el calor de la tierra, se convirtieron en petróleo y gas natural. El gas natural fue descubierto en el año 1000 a.C. aproximadamente, cuando al salir por grietas de las piedras desde los yacimientos subterráneos, formaba llamas continuas, que los ancestros griegos atribuyeron a orígenes divinos y construyeron allí el famoso Oráculo de Delfi. No fue sino alrededor del año 500 a.C. que los chinos descubrieron el uso potencial del gas natural, y construyeron una tubería de bambú para transportarlo y usarlo para hervir agua de mar, separar la sal y obtener agua potable.

En América, el gas natural fue descubierto e identificado a principio de 1626, cuando exploradores franceses descubrieron que los indígenas nativos quemaban gases que se filtraban alrededor del lago Erie. La primera industria de distribución de gas natural en América tuvo lugar en Titusville, Pensilvania, donde se utilizó una tubería de dos pulgadas de diámetro y 8,8 Km. de longitud desde el pozo hasta el pueblo. Esta tubería comprobó que se podía transportar gas natural de manera segura es sencilla para fines prácticos.

El gas natural era utilizado principalmente para alumbrado, sin embargo, luego del descubrimiento de la electricidad fue necesario estudiar otros posibles usos de este producto.

En Venezuela el gas natural inicia su gran marcha junto con la industria petrolera nacional en diciembre de 1922 cuando reventó el pozo los Barrosos Nº 2. Este surtidor de petróleo, que según Henry Pittier " se podía ver desde Maracaibo", fue impulsado por el gas natural. La producción de gas natural se viene registrando desde 1918, año en el que, según datos de la época, se obtuvo una cantidad promedio de 8500 m^3 por día en la jurisdicción de Maracaibo.

Hasta el año 1932 la totalidad del gas se arrojaba a la atmósfera, pero a partir de ese año, se comenzó a inyectar en los yacimientos en la planta de inyección de Quiriquire, para conservarlos y aumentar la recuperación de crudos. Sin embargo, en 1946 cuando se inicia el uso inteligente gas natural, como consecuencia de las medidas conservacionistas dictadas por el Estado. A partir de ese momento aumentó el volumen de inyección y se inició su utilización como combustible y materia prima.

Actualmente se reconoce en Venezuela enormes reservas de gas natural asociadas y no asociadas con yacimientos de petróleo crudo. En los últimos años se han encontrado nuevas reservas en la región nororiental del país, tanto en el continente como costas afuera, que hacen ascender las reservas probadas a 3,9 billones de metros cúbicos de gas natural, ubicando al país en el séptimo lugar a nivel mundial.

El gas natural ocupa el tercer lugar en el mundo entre las fuentes de energía primaria más utilizadas y representa el 23% del consumo energético a escala mundial.

En Venezuela el uso del gas natural ha ido creciendo en los últimos veinte años tanto en el ámbito industrial como en el doméstico y comercial, gracias a los sistemas de distribución que se han construido para proveer de este servicio a los consumidores.

Actualmente se han construido redes domésticas de distribución de gas natural en diversas ciudades del país, tales como: Caracas, Maracaibo, Los Valles del Tuy, Los Teques, Guarenas, Guatire, Barcelona, Puerto La Cruz, El Tigre y, recientemente Maracay.

Este servicio ha contribuido a mejorar la calidad de vida e impulsar el desarrollo económico de dicha ciudades.

Sin embargo, otras ciudades como Puerto Ordaz, que por ser un importante eje industrial del país ha registrado un crecimiento importante en su población, y por ende, en su consumo energético, no cuenta con una red doméstica de distribución de gas natural.

La situación antes descrita conllevó a desarrollar este trabajo con la finalidad de dar respuesta al siguiente planteamiento problemático: la carencia de un sistema de distribución de gas natural para las zonas residenciales de la ciudad de Puerto Ordaz; por lo que se hace necesario realizar la presente investigación con el propósito de diseñar un proyecto para la construcción de una red doméstica de distribución de gas natural para la ciudad de Puerto Ordaz.

La red permitirá el suministro de una fuente de energía con los siguientes beneficios inherentes para el consumidor:

Comodidad: por ser de suministro continuo siempre está disponible en la cantidad y oportunidad que se necesite.

Economía: es más económica que otros combustibles convencionales debido a que no requiere procesos industriales complejos para su producción. Además, se paga después de consumido.

Seguridad: por ser entre un 35% y un 40% más liviano que el aire, al producirse la fuga, se disipa rápidamente en al atmósfera, disminuyendo el riesgo de incendio o explosión.

Mayor vida útil de equipos: su combustión no generan residuos, lo que permite que los equipos se mantengan más limpios y funcionen de manera óptima, sin desgaste y con menor necesidad de mantenimiento.

Ambiente: su combustión es más limpia que otros combustibles, porque no genera partículas sólidas, produce menos dióxido de carbono (CO_2), y prácticamente no produce dióxido de azufre (SO_2).

Además, la construcción y posterior mantenimiento de la red doméstica de distribución de gas natural supone la creación de nuevos puestos de trabajo directo e indirecto que contribuirá cual crecimiento económico de la región.

Esta experiencia puede orientar y servir al desarrollo de otros estudios para la construcción de redes domésticas de distribución del gas natural en otras ciudades del país.

Este trabajo fue desarrollado sólo para las áreas urbanas de la ciudad de Puerto Ordaz, que comprende la Parroquia Universidad del Municipio Autónomo Caroní en el Estado Bolívar.

Así mismo, se desarrolló como una investigación no experimental de tipo aplicada o tecnológica, ya que su propósito es realizar el diseño propuesto de red doméstica de distribución de gas.

1 OBJETIVOS

Con el desarrollo del presente trabajo se cumplieron los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar de un proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural, basado en el modelo de marco lógico.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.2.1 Recopilar la información de la cantidad de clientes potenciales.

1.2.2 Determinar y analizar las características de la población.

1.2.3 Elaborar plano del área de estudio indicando la ubicación de calles, avenidas y zonas residenciales.

1.2.4 Establecer en un plano el recorrido de la tubería principal y secundaria, así como de la ubicación de la estación de regulación principal.

1.2.5 Realizar un análisis a la(s) red (es) propuesta(s) a través de una simulación.

1.2.6 Realizar la evaluación económica de la construcción de la red.

1.2.7 Realizar la presentación del proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural, basado en el modelo de marco lógico.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se exponen la revisión de la literatura, las bases teóricas, el sistema de variables y las preguntas de investigación que permitirán desarrollar la investigación.

1 REVISIÓN DE LA LITERATURA

Los primeros en conocer el gas natural fueron los griegos aproximadamente 1000 años a.C. Sin embargo, fueron los británicos los primeros en comercializar el uso del gas natural cuando en 1785, el gas producido a partir del carbón, fue usado para iluminar casas y calles. (1)

En América, fue en 1821 cuando William Hart perforó el primer yacimiento para obtener y comercializar el gas natural, en Fredonia-Nueva York. Luego de notar que burbujas de gas surgían a la superficie de un riachuelo, Hart perforó un pozo de nueve metros para obtener un gran flujo de gas hasta la superficie. Hart es recordado por muchos como el padre del gas natural en América. (2)

En Venezuela, el gas natural inicia su carrera en 1918, año en el que, según datos de la época, se obtuvo una cantidad promedio de 8500 m^3 por día en la jurisdicción de Maracaibo. No obstante, su marcha comienza en 1922 cuando, por impulsó el gas natural, reventó el pozo Los Barrosos Nº 2. Hasta el año 1932 la totalidad del gas se arrojaba a la atmósfera, pero, a partir de ese año, se comenzó a

inyectar en los yacimientos. Sin embargo, es en 1946 cuando se inicia el uso inteligente del gas natural, como consecuencia de las medidas conservacionistas dictadas por el Estado. A partir de este momento aumentó el volumen de inyección en los yacimientos y se inició su utilización como combustible y materia prima. [3]

En el gobierno de Rómulo Betancourt (1960) se funda la Corporación Venezolana de Petróleo (CVP) y con ella la Gerencia de Gas. La CVP absorbe el Instituto Venezolano de Petroquímica y con 657 Km de tubería (Red Nacional) se inicia la comercialización y administración de este hidrocarburo (**LANDER,** 1998 [4]).

Por otra parte, la década de los años 70 es un lapso de crecimiento expansivo del gas, tanto en su infraestructura como en la conceptualización y mejores cursos destacándose que en 1971 se promulga la Ley que reserva al Estado la industria del gas natural, en virtud de la cual las concesionarias debían entregar a la nación sin costo alguno el gas que no utilizaran en sus operaciones (**LANDER,** 1998 [5]).

En el año de 1974, entra en operación el Gasoducto Central del Lago y se inaugura el complejo petroquímico El Tablazo y la planta de procesamiento para la obtención de gas licuado de petróleo (GLP). [6]

Es en esta década cuando se aumenta la capacidad de inyección de varias plantas, se construye e inaugura, los gasoductos: Lama-Bajo Grande, Placer-Los Negros, Lazo Charallave-Tejerías, Lazo Anaco- Caracas, Lazo Morón- Barquisimeto, estos tres últimos corresponden a ampliaciones de los sistemas existentes. También se construyen dos nuevas plantas compresoras y se amplían dos existentes del Sistema Nacional de Gasoductos **(AZOCAR,** 1997[7]**)**.

El periodo de 1980 a 1990, está signado por los descubrimientos de grandes yacimientos de gas natural en la costa como en áreas continentales, por la construcción de la nueva red de gas y por el inicio del procesamiento del gas natural por métodos criogénicos.

Durante los últimos años ha tenido un gran repunte el uso del gas metano en el ámbito doméstico, incorporándose nuevas poblaciones al consumo, como lo son: Guarenas, Guatire, San Antonio de los Altos, Los Teques, Puerto la Cruz, Barcelona, Lecherías, El Tigre y San José de Guanipa (El Tigrito) (**AZOCAR,** 1997[8]).

2 BASES TEÓRICAS

En primer lugar se explican los conceptos básicos del gas natural, los métodos para su obtención y sus beneficios; seguidamente se describen las redes de distribución de gas natural y la metodología del marco lógico para el diseño, ejecución y evaluación de proyectos; finalmente se presentan los factores para evaluación económica de proyectos.

2.1 EL GAS NATURAL

El gas natural puede ser considerado como un gas poco interesante, pues en su forma más pura es incoloro, sin forma e inodoro. Totalmente ininteresante, excepto por ser el gas natural es un combustible, y cuando es quemado genera una gran cantidad de energía. A diferencia de otros combustibles fósiles, el gas natural es limpio al quemar y emite los más bajos niveles de residuos al aire, en comparación con otros combustibles fósiles. [9]

El gas natural es una mezcla de gases hidrocarburos. Aunque el gas natural es formado principalmente de metano, este puede incluir etano, propano, butano y pentano. La composición del gas natural puede variar ampliamente, pero su composición típica es la que se muestra a continuación: (ver Tabla 1)

Tabla 1

Composición Típica del Gas Natural

Metano	CH_4	70-90%
Etano	C_2H_6	0-20%
Propano	C_3H_8	
Butano	C_4H_{10}	
Dióxido de carbono	CO_2	0-8%
Oxigeno	O_2	0-0.2%
Nitrógeno	N_2	0-5%
Sulfuro de hidrógeno	H_2S	0-5%
Gases nobles	A, He, Ne, Xe	trace

Fuente: www.naturalgas.org

Una vez extraído de los yacimientos, el gas natural es refinado para remover impurezas como agua, otros gases, arena y otros compuestos. Algunos hidrocarburos que son removidos, como propano y butano, son vendidos por separado. [10]

2.1.1 Proceso de obtención del gas

2.1.1.1 Perforación

Los geólogos y otros científicos han desarrollado varias técnicas que indican la posibilidad de que exista gas en las profundidades. Sin embargo, el único método para confirmar la existencia de petróleo o gas es perforar un pozo que llegue hasta el yacimiento. En muchos casos, las compañías petroleras gastan millones de dólares en perforar pozos en zonas prometedoras y se encuentran con que los pozos están secos. Durante mucho tiempo, la inmensa mayoría de los pozos se perforaban en tierra firme. Después de la II Guerra Mundial se empezaron a realizar perforaciones en aguas poco profundas desde plataformas sostenidas por pilotes apoyados en el fondo del mar. Posteriormente se desarrollaron plataformas flotantes capaces de perforar en aguas de

1.000 metros o más de profundidad (ver Figura 1). Es probable que la mayoría de los descubrimientos importantes de gas del futuro se produzcan en el mar (**Díaz**, 2001 [11]).

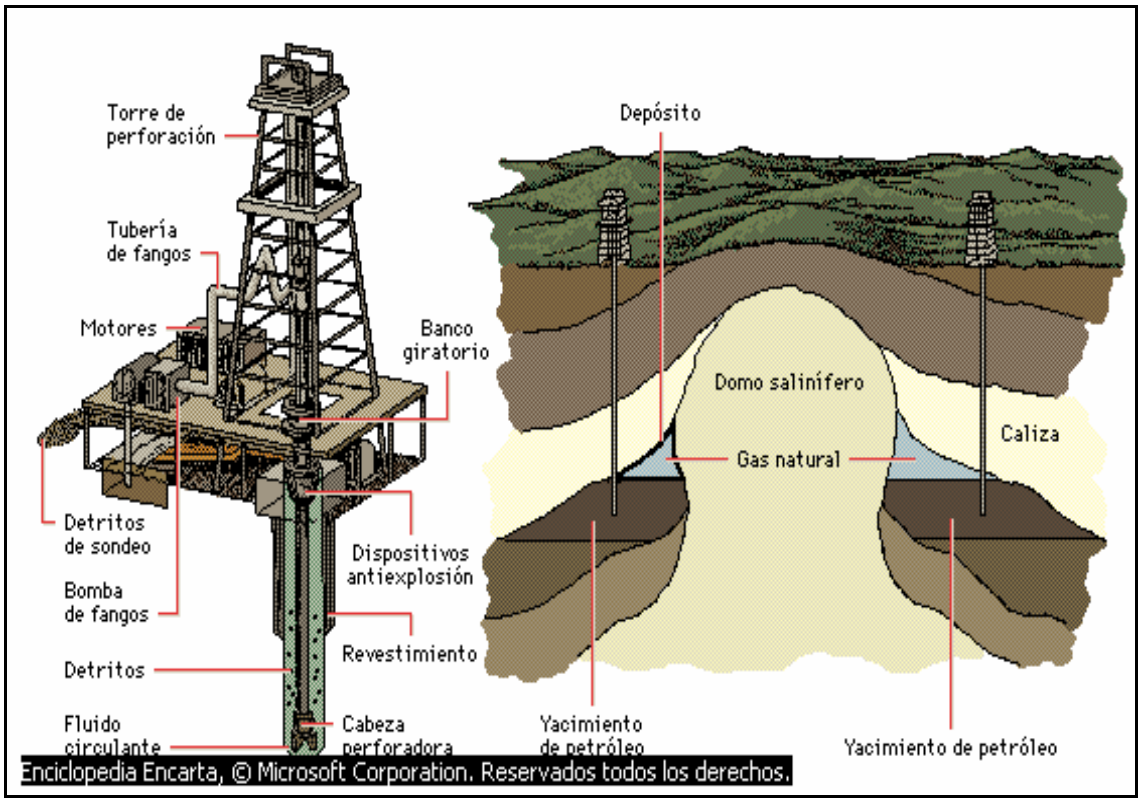


Figura 1 Extracción del Gas Natural

Fuente: Enciclopedia Encarta

2.1.1.2 Producción

A medida que se extrae gas de un yacimiento, la presión existente en el depósito, que impulsa el material a la superficie, va disminuyendo gradualmente. Al final, la presión acaba haciéndose tan baja que el gas que queda no avanza por la roca porosa hasta el pozo. Cuando se llega a ese punto ya se ha extraído casi todo el gas de un yacimiento. Las nuevas técnicas que permiten perforar en horizontal y no sólo en

vertical han reducido drásticamente el coste de encontrar reservas de petróleo y gas (**Díaz**, 2001 [12]).

2.1.1.3 Transporte

El gas natural se suele transportar por gasoductos hasta los consumidores, que lo utilizan como combustible o, en ocasiones, para fabricar productos petroquímicos. Puede licuarse a temperaturas muy bajas y transportarse en buques especiales; este método es mucho más costoso que transportar petróleo en un petrolero (ver Figura 2). El gas natural compite en numerosos mercados, especialmente el de la calefacción de viviendas, oficinas, fábricas y procesos industriales (**Díaz**, 2001 [13]).

Figura 2 Gasoducto

Fuente: Internet

2.1.2 Aplicaciones

Entre las fuentes de energía, el gas natural se caracteriza por su eficiencia, limpieza y competitividad. Es también una energía versátil, que se puede emplear tanto en el hogar como en el comercio y la industria. En el hogar, el gas natural calienta con rapidez, no necesita almacenaje previo y es el combustible actualmente disponible que

menos contamina. El comercio y la industria se benefician con la calidad de la llama del gas natural, una llama regular y sin impurezas. [14]

2.1.2.1 En el hogar

El gas natural puede utilizarse en los hogares para cocinar, obtener agua caliente, calefaccionar y climatizar.

Las cocinas, hornos y anafes están equipados con los dispositivos más modernos: encendido electrónico y válvulas de seguridad que cortan el paso del gas si se apaga la llama. Los hornos de gas son programables, autolimpiables y disponen de encendido automático. El vapor de agua de la combustión del gas permite, en estos hornos, que los alimentos no se resequen.

Los calentadores a gas natural producen agua caliente al instante y sin límite. Funcionan sólo cuando se necesita agua caliente, lo que permite un máximo ahorro de energía. Los termotanques almacenan agua caliente para cuando se necesite en varios puntos a la vez.

El gas natural también permite calentar los hogares alcanzando el máximo confort. Las calderas de calefacción mixtas (calefacción más agua caliente sanitaria) pueden ser para una sola vivienda (individuales) o para todo un edificio o urbanización (colectivas). Estas calderas son regulables y programables para tener el confort necesario en cualquier momento.

Los radiadores murales autónomos producen un calor instantáneo sólo en la habitación que se desee y no consumen aire interior de la vivienda.

El gas natural ofrece la máxima economía en la climatización de los hogares, con equipos modulares que pueden adaptarse a gran parte de las necesidades existentes.

La calefacción por tubos radiantes genera un ambiente templado que permite aprovechar terrazas y jardines, incluso en épocas frías.

Los climatizadores de piletas optimizan su uso y permiten disfrutarla durante más meses al año. [15]

2.1.2.2 En el comercio y la industria

En el comercio y en la industria, el gas natural puede utilizarse en cualquier proceso de generación de calor o frío, en la cogeneración de energía térmica y eléctrica, y en la generación de electricidad.

La combustión del gas natural permite regular mejor la temperatura de las cámaras de combustión de una extensa gama de equipos y aplicarla directamente al tratamiento de múltiples productos.

Como combustible, el gas natural se utiliza en los sectores industriales que necesitan energía térmica limpia, eficaz y económica: hornos, fundiciones, tratamientos térmicos, cubas de galvanizado y calefacción de grandes locales (polideportivos y naves industriales o comerciales).

El gas natural también permite climatizar y generar frío para edificios y cámaras industriales o producir hielo para las pistas de patinaje.

Otra aplicación de actualidad y con un gran futuro es la cogeneración con gas natural que produce conjuntamente energía eléctrica (o mecánica) y calor útil para fábricas, centros sanitarios y hoteleros, y grandes complejos urbanísticos, reduciendo en gran medida la emisión de contaminantes.

El gas natural se utiliza cada vez más en la generación de electricidad en centrales térmicas convencionales o de ciclo combinado. Este proceso permite ahorrar energía, y además disminuir los niveles de contaminación.

Por su alto contenido en hidrógeno, el gas natural es la materia prima más utilizada en la producción de amoniaco para fertilizantes, así como en otras aplicaciones petroquímicas. [16]

2.1.2.3 Medio ambiente

La composición química del gas natural es la razón de su amplia aceptación como el más limpio de los combustibles fósiles. En efecto, la mayor relación hidrógeno/carbono en la composición del gas natural, en comparación con la de otros combustibles fósiles, hace que en su combustión se emita menos CO_2 por unidad de energía producida.

La combustión del gas natural, compuesto principalmente por metano (CH_4), produce un 25% menos de CO_2 que los productos petrolíferos y un 40% menos de CO_2 que la combustión del carbón por unidad de energía producida. Se atribuye al CO_2 el 65% de la influencia de la actividad humana en el efecto invernadero, y al CH_4 el 19% de dicha influencia.

La mayor parte del CO_2 emitido (75% - 90%) es producido por la combustión de combustibles fósiles. Sin embargo, las emisiones de metano son producidas en su mayoría por la ganadería y la agricultura, los vertederos, las aguas residuales, y las actividades relacionadas con los combustibles fósiles. A las empresas que distribuyen gas natural les corresponde menos del 10% de las emisiones de metano a la atmósfera, cifra que cada año se va reduciendo por las medidas que han adoptado las empresas como renovación de tuberías antiguas, recuperación de venteos de gas, etc. [17]

2.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL

MARTÍNEZ (SF)[18] afirma que una red de distribución de gas es la red de tuberías que se utiliza para distribuir el gas natural en una ciudad o región. Se puede hablar de la red de gas de una ciudad, de un país o de un continente. El objetivo principal es llevar el gas desde los centros de producción hasta los sitios donde se requiere o se consume (ver Figura 3).

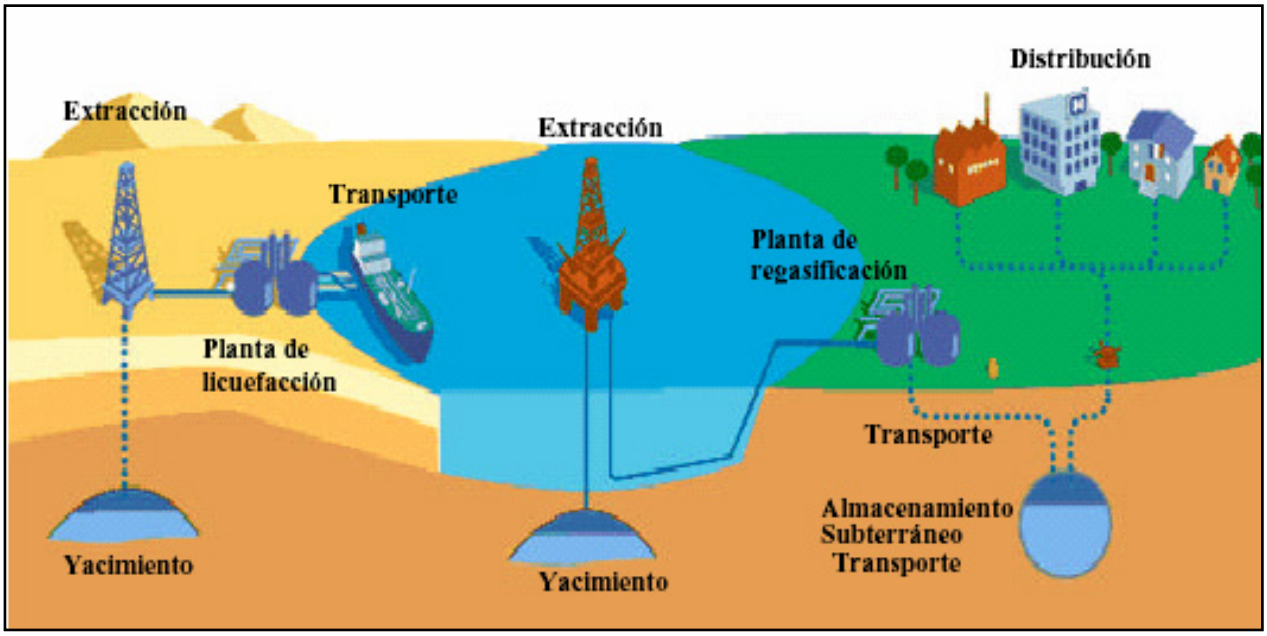


Figura 3 Distribución de Gas Natural

Fuente: Internet

Existen muchas ciudades en el mundo que están provistas de redes citadinas para satisfacer la demanda de los usuarios. Y, de igual manera, hay tuberías que parten de la Siberia y llevan el gas hasta Europa, o desde Argentina, para satisfacer la demanda de Chile o del Brasil.

En Colombia, desde 1.976, se puso empeño en que los ingenieros y técnicos prendieran a diseñar redes de gas y, en la actualidad, es una política gubernamental la “Masificación del gas”, con lo cual se pretende proveer de energía barata a la gran mayoría de los ciudadanos.

En Venezuela, dado que es un país eminentemente petrolero, el gas natural ha sido utilizado desde comienzos del siglo XX. Existen redes de tuberías que cubren toda la zona norte del país y ciudades, como Maracaibo, que poseen redes de gas desde el año 1.938.

En la industria del petróleo las redes de recolección y distribución de gas son parte de la actividad rutinaria y se deben construir tanto para la satisfacción de las

necesidades internas como para mantener la producción cuando los pozos han perdido su presión natural. En ese caso se habla de redes de levantamiento artificial de gas (“gas lift”). Las redes de gas se instalan para garantizar que cada pozo reciba la cantidad necesaria de gas, a la presión debida, para impulsar el petróleo hasta la superficie (**MARTÍNEZ**, SF[19]).

2.2.1 Planificación de redes citadinas

Según **MARTÍNEZ** (SF)[20], la planificación de una red de distribución de gas para satisfacer las necesidades de una ciudad, es un aspecto sumamente interesante. Comúnmente los ingenieros, al hablar de esa parte de un proyecto se refieren a “la bola de cristal” porque los obliga a visualizar el futuro y a estar en condiciones de predecir el consumo de gas natural en el futuro. A tal fin de deben prever situaciones como las que a continuación se mencionan:

- Crecimiento de la ciudad, tanto en lo relativo a la población como al desarrollo industrial o comercial.
- Necesidades energéticas de cada región o sector de una ciudad, mucho más fácil esta predicción cuando existe una planificación del crecimiento y dicho proceso se respeta.
- Condiciones seguras e inseguras que eventualmente pudieran producirse.
- Costumbres de la región que permitan conocer las necesidades de energía y la demanda en hora pico.

Como se acota en las expresiones anteriores, un diseño de una red de gas es una actividad que involucra conocimientos aparentemente tan distanciados como la ingeniería y la sociología. El ingeniero de diseño debe estar en condiciones de producir una obra que ha de construirse en el futuro y que, no obstante, debe satisfacer las condiciones como se presenten en ese momento. En la medida que el diseño sea

capaz de satisfacer las necesidades del crecimiento que eventualmente se produzca, será bueno, y el diseñador gozará del respeto de la sociedad a la cual le sirve.

Con el fin de analizar este aspecto se mencionan algunos aspectos que deben ser estudiados:

- Crecimiento físico de la ciudad:
- Proyección del incremento poblacional de la región.
- Desarrollo comercial e industrial.
- Ubicación, dentro de la ciudad, de las zonas específicamente demarcadas para cada uso: industrial, comercial y doméstico.
- Uso del gas natural como combustible para los vehículos. Ubicación de las estaciones de suministro.
- Presión a la cual se puede manejar el anillo periférico.
- Presión de las tuberías de distribución.
- Tipo de gas que se va a distribuir, calidad.

Una vez que se tienen los principales parámetros en los cuales se apoya el diseño, el calculista podrá empezar a discernir el trazado de las tuberías. Así tendrá que pensar en un sistema primario de distribución a alta presión (mayor de 60 psig) y, en un subsistema secundario, que manejaría el gas a menor presión y que se surte de las tuberías principales. El gas que llega a las casas trabaja a una presión del orden de 0,5 psig (10 a 14 pulgadas de agua). Para ello se utilizan unos reguladores de presión que se instalan en la tubería de entrada de cada vivienda.

No es exagerado establecer una similitud entre la distribución de la sangre en el cuerpo humano y una red de gas. La diferencia más evidente sería que, en el cuerpo, hay un solo corazón o punto principal de suministro (que a estos efectos llamaremos

fuentes), mientras que, en las redes de gas a medida que va creciendo el sistema se pueden insertar otros puntos de entrega que permiten satisfacer la demanda creciente del combustible.

Si el planificador es capaz de visualizar el crecimiento más probable, tendrá a la mano las alternativas para resolver los problemas que eventualmente se vayan presentando.

El objetivo principal es entregarle a cada cliente la cantidad de gas que requiera a una presión igual o mayor que la mínima necesaria. Es decir en cada lugar se debe estar en condiciones de abastecer la demanda. Siendo que la presión en la red es, por lo general, más alta que la requerida se instalarán reguladores de presión para que cada cliente reciba el gas a una presión tal que le permita trabajar en condiciones seguras.

Cuando se construya la red, cada industrial y cada hogar deberá recibir la cantidad de gas que necesite y en el momento que lo requiera.

2.2.2 Construcción de una red de distribución de gas natural

Según **MARTÍNEZ** (SF)[21], una red tendrá una distribución principal construida con tuberías de acero al carbono cuyos diámetros varían entre 4” y 12”, por ejemplo. Por ese conjunto de tuberías se conduce el gas hasta las principales estaciones de suministro, encargadas de abastecer un subsector de la ciudad.

El tendido de cada tubería implica la necesidad de abrir una zanja cuyas características han sido previamente establecidas. Así habrá la necesidad de abrir tantos kilómetros de zanja como sea la longitud total de la tubería que se va a tender.

En cada subsector o distrito de una misma ciudad, habrá una red más pequeña que recibe el gas de la red matriz y que lo distribuye hasta los puntos de entrega del sector. Alrededor de cada cuadra pasará una tubería menor (por ejemplo de una

pulgada) que llevará el gas que necesitan los consumidores del sector. Para suministrarle el gas a la vivienda se construirá una acometida de servicio, de la cual se pega la tubería que entrará en la respectiva casa para servirle el gas.

A su vez, dentro de la casa o edificio habrá una red particular para llevar el combustible hasta cada uno de los apartamentos o de los aparatos. En algunas regiones acostumbran a regular la presión antes de que las tuberías entren en el edificio, en otros casos, se trabaja con presiones mayores dentro de la edificación y se regula en el nivel de cada piso.

Las ventajas de una u otra metodología se resumen con la siguiente expresión: cuanto mayor sea la presión serán más pequeños los diámetros de tubería que se deban utilizar, pero también será más riesgosa la operación. Dicho en otras palabras: a medida que aumenta la presión disminuyen los costos iniciales de la red y aumenta el riesgo.

Por lo general, cuando los ahorros incrementan las probabilidades de accidente se prefiere aumentar los costos inversión.

2.3 EL ENFOQUE DE MARCO LÓGICO

Según **EL ENFOQUE DE MARCO LÓGICO** (SF)[22], esta metodología se define y se aplica como sigue:

2.3.1 Definición del marco lógico

El marco lógico es el enfoque metodológico de mayor uso en diseño, ejecución y evaluación de proyectos de desarrollo. La experiencia nacional e internacional de los últimos 50 años ha demostrado de modo fehaciente tanto la validez del enfoque de proyecto para la promoción del desarrollo, como la utilidad del enfoque del marco lógico en la gestión del ciclo de los proyectos, en particular para el diseño de los mismos.

Concebido por la USAID, a fines de los años sesenta, el marco lógico facilita las siguientes acciones durante la gestión del ciclo de los proyectos (ver Figura 4):

- Identificación y priorización, sobre la base de un análisis de los problemas de la población y sus posibles alternativas de solución.
- Formulación y evaluación exante, mediante la especificación y estimación cuantitativa de los beneficios y costos involucrados en un proyecto.
- Planificación operativa, especificando de modo preciso las actividades y los recursos necesarios para la ejecución de un proyecto.
- Monitoreo y evaluación, sobre la base de un conjunto de indicadores de desempeño.
- Evaluación ex-post y análisis del impacto social de un proyecto, a fin de determinar su contribución al desarrollo.

Figura 4 Enfoque del marco lógico

Fuente: www.sifp.org.mx

2.3.2 Origen e importancia

El marco lógico fue creado en 1969 por la firma consultora Practical Concepts Inc., específicamente por Leon Rossenberg y Lawrence Posner, bajo contrato con la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID). El marco lógico fue creado para mejorar la calidad de las inversiones sociales, superando los tres problemas que en opinión de sus creadores eran los principales defectos de los proyectos de desarrollo:

- **Planificación demasiado imprecisa.** Proyectos de objetivos múltiples y cuyos componentes no se relacionaban claramente con las actividades. Ausencia de una imagen clara de los objetivos y metas que el proyecto debe lograr si es ejecutado con éxito, lo cual planteaba a los evaluadores muchas dificultades para comparar de manera objetiva lo planificado con los resultados reales.

- **Responsabilidad gerencial ambigua.** Aunque los gerentes de proyectos aceptaban la premisa de que éstos se justifican en función de los beneficios entregados a la población, sin embargo se resistían a ser considerados responsables del impacto del proyecto. Ellos encontraban muy difícil especificar aquello de lo cual eran directamente responsables y aquello que, correspondiendo al entorno socioeconómico, político y natural, tiene repercusiones notables sobre el desempeño del proyecto.

- **Evaluación excesivamente controversial.** Ante la ausencia de metas claras y frecuentes desacuerdos acerca de lo que busca un proyecto, los evaluadores terminaban usando su propio criterio para determinar los aspectos positivos y negativos. Los resultados subsecuentes del monitoreo y evaluación, por lo tanto, frecuentemente se convertían en causa de mayores desacuerdos acerca del éxito o fracaso, en lugar de contribuir al mejoramiento del proyecto.

El marco lógico permite un diseño que satisface tres requerimientos fundamentales de calidad en un proyecto de desarrollo: coherencia, viabilidad y evaluabilidad. Y su creciente popularidad entre los oficiales de proyectos se debe al no menos importante hecho de constituir la principal técnica no cuantitativa de análisis científico en el campo de la política del desarrollo. Como lo ilustra ampliamente la gnoseología, ninguna ciencia puede basarse enteramente en mediciones, y en el caso de algunas ciencias, las mediciones son más bien el componente menor de las investigaciones científicas. El marco lógico logra, sin mayor necesidad de sofisticados métodos matemáticos, introducir rigor científico en la formulación de proyectos sociales.

2.3.3 ¿Cómo es el marco lógico?

En principio, el marco lógico se presenta como una matriz cuatro por cuatro: una tabla de cuatro columnas y cuatro filas. Las columnas suministran la siguiente información:

- Un resumen narrativo de los objetivos y las actividades.
- Los indicadores o expresión cuantitativa de los objetivos.
- Los medios de verificación de los indicadores.
- Los supuestos o factores externos que plantean riesgos u oportunidades al proyecto.

Las filas de la matriz presentan información acerca de los objetivos, indicadores, medios de verificación y supuestos en cuatro momentos diferentes de la vida prevista del proyecto:

- La primera fila contiene el Objetivo de Desarrollo o Fin al cual el proyecto contribuirá de manera significativa, luego de que haya estado en funcionamiento por un período razonable.

- La segunda contiene el Propósito logrado cuando la ejecución del proyecto haya concluido.

- La tercera contiene a los Productos / Resultados completados en el transcurso de la ejecución del proyecto.

- La última fila contiene a las Actividades requeridas para producir los productos o resultados.

El marco lógico propone un método para organizar y visualizar la interacción de los distintos elementos de un proyecto. Para este enfoque, los recursos humanos y materiales, expresados ambos en términos físicos o monetarios- constituyen los insumos básicos para que funcionen las actividades, que permiten a su vez obtener ciertos productos. Estos tres elementos constituyen en rigor el proyecto y están bajo control y responsabilidad de la institución ejecutora. Los Productos obtenidos (también llamados Componentes del proyecto) tienen un efecto predecible, bajo ciertas condiciones de entorno, sobre los beneficiarios directos, lo cual es descrito en el Propósito y, más ampliamente, en el Fin del proyecto.

Por otra parte, la matriz del marco lógico, como ya ha sido señalado, permite introducir tres elementos claves para la calidad de las inversiones:

- Coherencia, a través de la columna de objetivos, toda vez que entre sus distintos niveles existe una relación de causa a efecto.

- Realismo (o viabilidad), a través de la columna de supuestos, toda vez que ésta representa el entorno y, por ende, los factores exógenos que podrían plantear riesgos al proyecto.

- Evaluabilidad, a través de las columnas de indicadores y medios de verificación.

El principio subyacente al enfoque del marco lógico es la relación de causa a efecto, base de la lógica tal y como ella existe desde que Aristóteles estableciera sus

cimientos filosóficos y científicos. Cuanto más estrecho sean los vínculos de causa a efecto entre los objetivos y entre éstos y los demás componentes, mejor será el diseño del proyecto. Cada proyecto que se desarrolla empleando el enfoque del marco lógico debe hacer explícita la relación de causa a efecto comprendida en él. Así tenemos que:

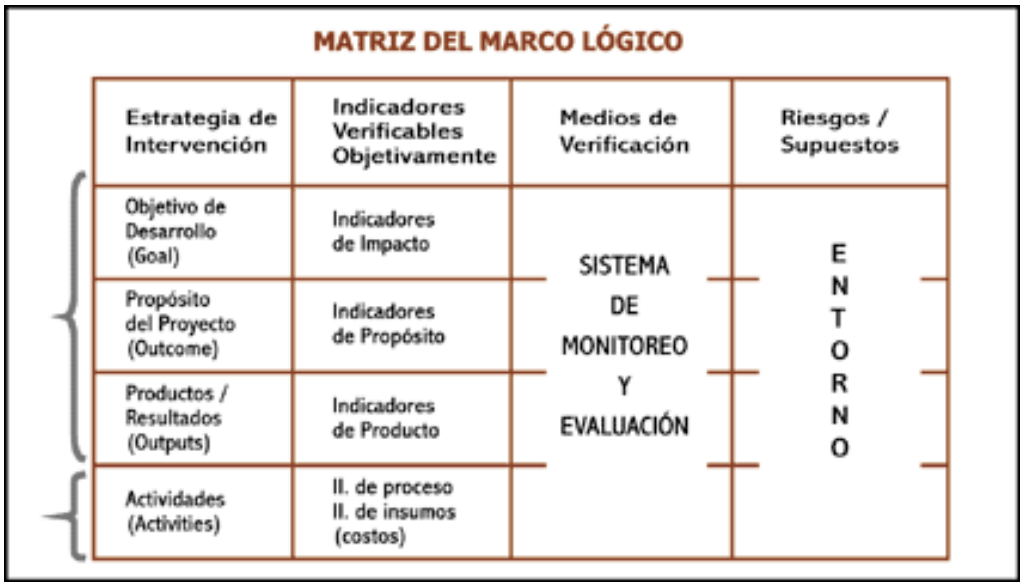
Las relaciones de causa y efecto entre los distintos niveles de objetivos (las relaciones de actividades a resultados, de resultados a propósito y de propósito a fin) describen las condiciones necesarias para que un proyecto sea exitoso.

Las relaciones entre los objetivos y los supuestos aclaran la probabilidad de que el proyecto tenga éxito, bajo un contexto social y general dados.

En el contexto del enfoque del marco lógico, para la obtención de un determinado objetivo existen dos tipos de condiciones:

- Las condiciones necesarias, que se establecen a lo largo de la columna de objetivos.
- Las condiciones suficientes, que se establecen en la columna de supuestos.

Lo esencial del enfoque creado por Practical Concepts es el énfasis en la consistencia entre los distintos elementos de un proyecto. El marco lógico permite una visión rápida de las principales hipótesis de cambio que sustentan un proyecto expresadas en las relaciones de causalidad que existen entre los distintos casilleros de la matriz (ver Figura 5).



MATRIZ DEL MARCO LÓGICO

Estrategia de Intervención	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Riesgos / Supuestos
Objetivo de Desarrollo (Goal)	Indicadores de Impacto	SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN	ENTORNO
Propósito del Proyecto (Outcome)	Indicadores de Propósito		
Productos / Resultados (Outputs)	Indicadores de Producto		
Actividades (Activities)	II. de proceso II. de insumos (costos)		

Figura 5 Matriz del marco lógico

Fuente: www.sifp.org.mx

2.3.4 <u>Metodología de diseño de proyectos</u>

Por regla general, un proyecto es una intervención innovadora en el campo del desarrollo que tiene un objetivo definido, el cual debe ser logrado en un cierto periodo, en un ámbito geográfico y a favor de una determinada población beneficiaria. Un proyecto es diseñado en varios pasos, cuyo punto culminante es una matriz que muestra la estructura básica de la intervención, y que es lo que hoy se conoce como matriz del marco lógico.

Entre las razones que han motivado la generalización del uso del enfoque del marco lógico en diseño de proyectos, figura la relacionada a la importancia con la participación de los involucrados para el éxito de una intervención. La experiencia ha demostrado que la ejecución de un proyecto es más fácil y exitosa cuando los participantes pueden ponerse de acuerdo sobre objetivos que han sido expresados en la forma más clara posible. Como bien señala Moses Thompson:

"El éxito en los proyectos radica en dos simples principios: objetivos claros y compromisos fuertes."

Los objetivos sólo pueden ser formulados claramente si las causas y los efectos de los problemas a resolver han sido analizados previamente (análisis de problemas). Los problemas no son hipótesis abstractas, sino que, por el contrario, afectan a una población, grupos sociales e instituciones determinados. Por lo tanto, en forma previa al análisis de problemas, todos los grupos afectados y sus intereses correspondientes deben ser tomados en cuenta (análisis de participación).

Mediante la matriz del marco lógico, elaborada bajo una metodología participativa y sistemática, se obtienen objetivos debidamente jerarquizados: el Fin u objetivo superior, el Propósito u objetivo inmediato, los productos o componentes esperados durante el período de ejecución del proyecto y, finalmente, las actividades a ser efectuadas para alcanzar cada uno de los productos. Las actividades se suelen agrupar por componentes asociados a los principales productos y a la distribución de la responsabilidad del equipo de ejecución del proyecto.

Bajo el enfoque del marco lógico la formulación de un proyecto comprende los pasos siguientes (ver Tabla 2):

Tabla 2

Pasos para la formulación de proyectos

FORMULACIÓN DE PROYECTOS

TAREAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Identificación de problemas	LLUVIA DE IDEAS LINEA DE BASE	Selección del problema central.
Análisis de problemas	ARBOL DE PROBLEMAS	Análisis de causas y efectos.
Análisis de objetivos	ARBOL DE OBJETIVOS	Análisis de medios y fines.
Análisis de alternativas	ARBOL DE ALTERNATIVAS	Selección de la mejor alternativa.
Identificación de proyectos	MARCO LOGICO	Diseño de la estrategia de intervención.

Fuente: www.sifp.org.mx

2.3.5 Identificación de problemas

El propósito de los proyectos de inversión social es resolver un problema o satisfacer una necesidad importante en determinado sector de la población, razón por la cual la identificación y análisis de la situación actual antecede a la preparación propiamente dicha del proyecto. Un proyecto correctamente formulado, que responda a las necesidades reales del grupo potencialmente beneficiario, debe basarse necesariamente en un análisis objetivo de la situación actual. El análisis de la situación actual, como paso indispensable en el proceso de formulación de un proyecto, permite identificar adecuadamente los problemas de la población y la selección del problema central que será abordado por el proyecto.

Existen diversas formas de identificar problemas, siendo el más usado el método participativo de “lluvia de ideas”, que permite arribar a un registro de situación, esto es,

un listado simple de los principales problemas que aquejan a la población objetivo de la entidad ejecutora. En este primer paso se deberá llegar a determinar el problema central, a cuyo efecto deben tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Plantear únicamente los problemas más importantes del contexto bajo análisis.
- Elegir el problema central, sobre la base de criterios como la magnitud y la gravedad del problema y la autopercepción que tienen los propios beneficiarios potenciales del proyecto.
- El problema central es un hecho o situación real, y no un documento.
- El problema central no es la ausencia de una solución.
- El problema central es verdadero: existe evidencia empírica y su importancia puede ser demostrada estadísticamente.

2.3.6 Análisis de problemas

Una vez que ha sido determinado el problema fundamental, se analizan sus causas y sus efectos. El punto de partida para solucionar un problema es analizarlo correctamente, con la ayuda del instrumento metodológico denominado “árbol de problemas”. El análisis de efectos mediante esta técnica consiste en representar gráficamente los efectos identificados como consecuencia del problema (ver Figura 6). El procedimiento es, en forma general, el siguiente:

- Coloque en un primer nivel los efectos directos o inmediatos del problema. Cada efecto nace del problema, lo que se representa con una flecha desde el problema hacia cada efecto inmediato.
- Pregúntese para cada efecto de “primer nivel” si hay alguno o varios efectos superiores importantes que puedan derivarse de él. Represéntelos en un

segundo nivel, derivándolos con flechas de abajo hacia arriba desde el efecto de primer nivel que opera como causa. Si a un efecto concurre como causa otro efecto de primer nivel ya representado, indique la interdependencia con una flecha.

- Continúe sucesivamente con el método para otros niveles, hasta llegar a un nivel que se considere como el superior dentro del ámbito de competencia o de posibilidades de intervención.

- Hacia abajo se representan las causas posibles del problema central. A su vez, se buscan las causas de las causas, construyendo un árbol que tiene como tronco al problema central, como ramas a los efectos del problema y como raíces a las causas del problema. Además del establecimiento de las relaciones de causa-efecto existentes alrededor del problema central, en la delimitación del mismo se deben tener en cuenta otros aspectos de importancia, tales como:

- Magnitud del problema, en términos de la cantidad o el porcentaje de la población de referencia que es afectada por el problema.

- Gravedad del problema, en el sentido de inminencia de pérdida de vidas humanas o daños irreparables en general.

- Área o zona afectada, que será la base para la ulterior definición del ámbito del proyecto.

- Características de la población afectada, en los aspectos demográficos, económicos y culturales, entre otros.

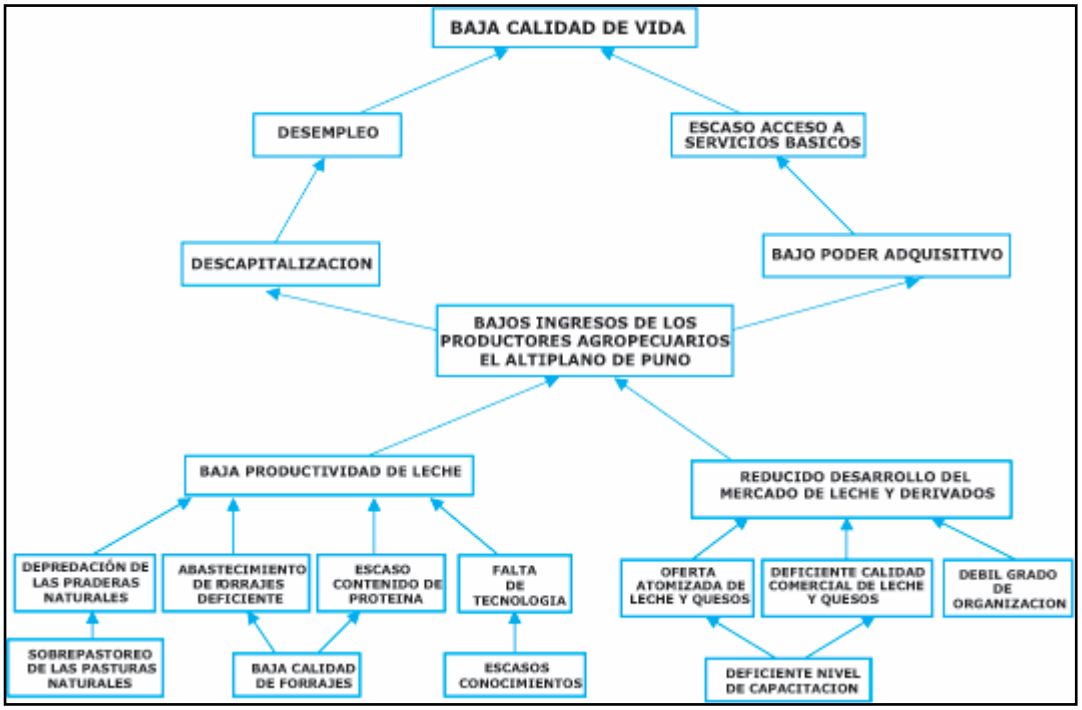


Figura 6 Árbol de problemas

Fuente: www.sifp.org.mx

2.3.7 Análisis de objetivos

El propósito de este paso es utilizar el árbol de problemas para identificar las posibles soluciones al problema, las cuales podrían ser expresadas como manifestaciones contrarias del mismo. Esto da lugar a la conversión del árbol de problemas en un árbol de objetivos: la secuencia encadenada de abajo hacia arriba de causas-efectos se transforma en un flujo interdependiente de medios-fines. En un árbol de objetivos:

- Los medios fundamentales se especifican en el nivel inferior: constituyen las raíces del árbol.

- Los fines se especifican en la parte superior: son las ramas del árbol. Más propiamente son los objetivos del posible proyecto.

La identificación de la población objetivo es un paso simultáneo a la definición del objetivo del proyecto. La población objetivo es definida como la población directamente beneficiada por el proyecto. Forma parte de la población afectada, pero no necesariamente la incluye toda; su alcance depende de la meta planteada y del ámbito geográfico sobre el que se decida actuar.

- El árbol de objetivos es un procedimiento metodológico que permite:

- Describir la situación futura que prevalecerá una vez resueltos los problemas;

- Identificar y clasificar los objetivos por orden de importancia; y

- Visualizar en un diagrama las relaciones medios-fines.

De este modo, los estados negativos que muestra el “árbol de problemas” se convierten en estados positivos que hipotéticamente se alcanzarán a la conclusión del proyecto. Es la imagen, por cierto simplificada, de la situación con proyecto, en tanto que el árbol de problemas representa, en forma también simplificada, la situación sin proyecto (ver Figura 7).

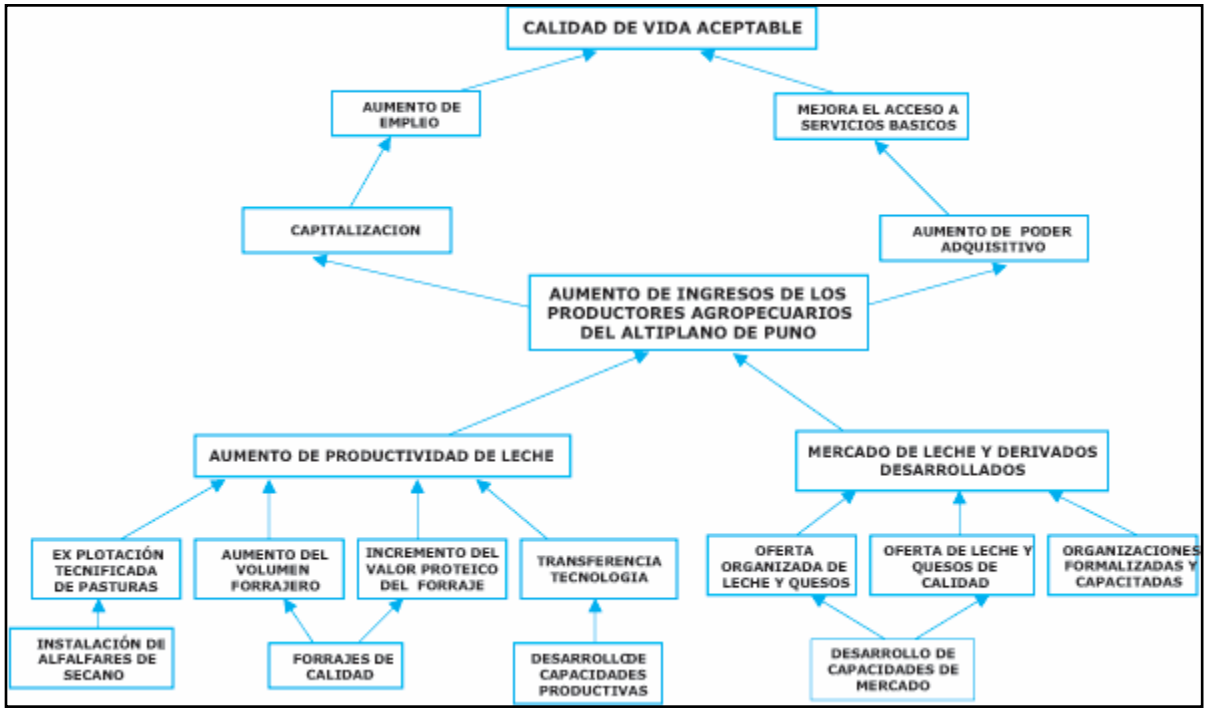


Figura 7 Árbol de objetivos

Fuente: www.sifp.org.mx

2.3.8 <u>Análisis de alternativas</u>

Las alternativas son las diferentes formas de solucionar un problema; o lo que es igual, distintos medios para alcanzar un objetivo. En consecuencia, el análisis de alternativas consiste en la comparación de tales alternativas en función de su localización, tecnología, costos, riesgos, y otros factores relevantes.

El resultado en este tercer paso del proceso de diseño del proyecto es la selección de uno o más medios (ya identificados en el árbol de objetivos) que en conjunto significan la alternativa del proyecto. Un buen proyecto es aquel cuya alternativa satisface tres requerimientos fundamentales:

- Es la alternativa óptima, desde el punto de vista técnico.
- Es la alternativa de mínimo costo, desde el punto de vista económico.

- Es una alternativa pertinente, desde el punto de vista institucional, a la luz de la misión y objetivos de la organización ejecutora.

2.3.9 Matriz del marco lógico

El último paso se refiere a la elaboración de la propia matriz del marco lógico. La metodología que estamos analizando permite pasar, sin perdida de continuidad, del árbol de alternativas a la matriz del marco lógico.

2.3.9.1 Los objetivos

Empleando la matriz del marco lógico como guía metodológica se pueden diseñar correctamente los objetivos del proyecto. Estos se clasifican, siguiendo un orden jerárquico, en fin, propósito, productos y actividades.

El Fin o finalidad es el objetivo nacional (o sectorial) de desarrollo al cual el proyecto pretende contribuir. Es el primero de la jerarquía de objetivos, aunque su plena realización está mas allá del alcance del proyecto: eventualmente la conjunción de varios proyectos, aunado a determinados factores de entorno, conducirá en el mediano y largo plazo el logro del Fin. Por ello, deben enfatizarse dos cosas acerca del Fin:

- Primero, lo establecido en el marco lógico no implica que el proyecto en sí mismo será suficiente para lograr el Fin. En el mejor de los casos, el proyecto contribuirá de manera significativa al logro de este objetivo.

- Segundo, la definición del Fin no implica que éste se logrará a la conclusión del proyecto. El Fin es un objetivo a largo plazo al cual contribuirá el proyecto una vez que entre en operación, y estos efectos a largo plazo probablemente solo serán tangibles varios años después de la conclusión de la intervención.

Por lo general, el título de un proyecto es la expresión resumida de su propósito, con indicación expresa del objetivo y el ámbito del proyecto. Los Resultados son los

bienes y servicios que el proyecto prevé producir a fin de lograr el propósito. El marco lógico debe contener en este casillero todos los elementos o componentes necesarios para lograr el propósito. Los resultados son las entregas o términos de referencia del proyecto.

2.3.9.2 Los indicadores

Como bien señala Practical Concepts, no es suficiente definir la intención general del proyecto, pues, por lo general, la formulación de fin, propósito y resultados está sujeta a interpretaciones diversas e incluso malentendidos por parte de las personas e instituciones involucradas en el proyecto. En particular, la formulación del Fin y Propósito tiende a ser ambigua. En el contexto del marco lógico, los indicadores constituyen el medio para establecer que condiciones serían las que señalen el logro de los objetivos del proyecto. En tanto variables, los indicadores presentan dos características esenciales: son características observables de los objetivos (descriptores); y son objetivamente verificables por medios externos. Es importante que el indicador pueda verificarse en forma objetiva, independientemente de si es directo o indirecto. Por ello, junto a la especificación de indicadores se deben seleccionar los medios o fuentes apropiados de verificación.

El principio es: si un indicador no es verificable por ningún medio, entonces búsquese otro indicador.

El marco lógico incentiva al diseñador del proyecto a definir clara y explícitamente que es lo que señalara que la ejecución ha sido exitosa. De este modo se evitan las interpretaciones subjetivas de los logros del proyecto, y éste gana en cuanto a evaluabilidad; es decir, capacidad para ser evaluado objetivamente durante y después de su ejecución.

2.3.9.3 Los Medios de verificación

Los medios de verificación describen las fuentes de información necesarias para la recopilación de los datos que permiten el cálculo de los indicadores. Por lo tanto, esta columna del marco lógico constituye la base del sistema de monitoreo del proyecto. Por lo general, el sistema de monitoreo y evaluación describe los niveles, personas, eventos, procedimientos, documentos y datos que deben ser usados para realizar el seguimiento de la ejecución del proyecto. Por norma un buen indicador debe ser verificable por algún medio. Por tanto, el valor de un indicador se limita o amplía por los medios que se dispongan para verificarlo. Si se requiere una encuesta amplia para obtener los datos necesarios para verificar el indicador y si el proyecto no tiene fondos para pagar la encuesta, entonces debiera buscarse otro indicador. La verificación de algunos indicadores podría requerir simplemente de una rápida revisión de registros en oficinas públicas (fuentes secundarias de información), mientras que otros requieren para su verificación de la recolección y análisis sofisticados de datos (fuentes primarias de información).

2.3.9.4 Los supuestos

Un proyecto nunca se ejecuta en el vacío social, ni es un experimento de laboratorio en el cual se puedan determinar a voluntad las variables que intervienen en el proceso. Por el contrario, todo proyecto afronta riesgos, ya sea de carácter natural, político-social, cultural o de otra índole, que podrían ocasionar el fracaso del proyecto, pese a su buena gerencia. El marco lógico permite la incorporación de estas condiciones del entorno en el diseño del proyecto, a través de la columna de supuestos. Los supuestos son enunciados sobre la incertidumbre que existe en cada uno de los niveles de la jerarquía de objetivos. Representan condiciones que deben existir para que el proyecto tenga éxito, pero que no están bajo el control directo de la institución ejecutora (ver Figura 8).

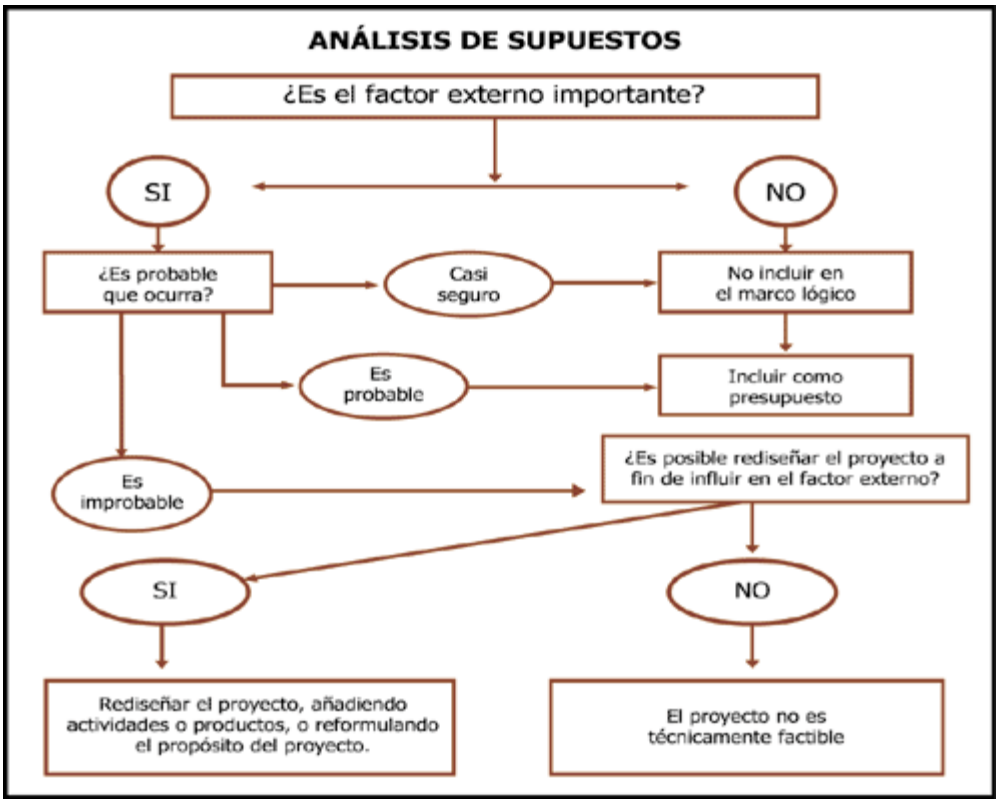


Figura 8 Análisis de supuestos

Fuente: www.sifp.org.mx

2.3.10 <u>La lógica de un proyecto</u>

Se cuenta que, durante el acto de sustentación de lo que entonces era una propuesta metodológica, León Rossemberg fue preguntado acerca de la razón por la cual llamaba marco lógico a una tabla que sólo parecía un tablero de ajedrez. La respuesta fue contundente. En primer lugar, independientemente de su sofisticación matemática, un proyecto debe tener una lógica perfecta. En segundo lugar, la matriz de marco lógico contiene en sí misma un depurado análisis lógico, al establecer con rigurosidad relaciones de causa a efecto entre las principales proposiciones contenidas en sus casilleros.

2.3.10.1 Lógica vertical

El marco lógico permite examinar los vínculos causales entre los distintos niveles de objetivos del proyecto. Esta es su lógica vertical. Si el proyecto esta bien diseñado, debe obtenerse como válido que:

- Las actividades especificadas para cada componente son las necesarias para producir el componente.
- Todos y cada uno de los componentes son necesarios para lograr el propósito del proyecto.
- Si se logra el propósito, el proyecto contribuirá al logro del fin.
- El fin es una respuesta a un problema importante en el ámbito del proyecto.

Un buen proyecto exige que la lógica vertical sea perfecta. Se llega a la perfección cuando las condiciones establecidas en cada nivel son aquellas estrictamente necesarias para alcanzar el nivel siguiente. Así, las actividades deber ser aquellas que son necesarias para alcanzar los productos; los productos deben ser necesarios para alcanzar el propósito del proyecto, el proyecto se encuadra dentro del fin o directriz.

2.3.10.2 Lógica horizontal

El marco lógico, por otra parte, permite establecer las relaciones causales entre los objetivos del proyecto y los factores del entorno, siendo éstos por definición no controlables, de tal modo que se garantice una adecuada evaluación de la viabilidad del proyecto. Esta es su lógica horizontal. Mientras la lógica vertical garantiza la coherencia interna del proyecto, la lógica horizontal asegura su viabilidad en el contexto global del ámbito del proyecto. La conjunción de la lógica vertical y horizontal configura, si nos atenemos a su carácter lógico-formal, un silogismo típicamente aristotélico:

- Proposición p: condición necesaria (objetivo).
- Proposición q: condición suficiente (supuesto).
- Proposición r: conclusión (objetivo del siguiente nivel jerárquico).

Los supuestos son proposiciones en las que se establecen los factores externos que deben existir para lograr el próximo nivel de la jerarquía de objetivos. Cuanto menor sea la incertidumbre de que ciertos supuestos sean válidos, mayor será la probabilidad de éxito. Sin embargo, dado que sólo después de ejecutado el proyecto quedarán despejadas todas las dudas respecto a la validez del mecanismo de solución al problema social implícito en el proyecto, a dicho silogismo se le llama con propiedad argumento o hipótesis de desarrollo. Adicionalmente, por debajo de las actividades, suelen considerarse a las condiciones previas al desembolso de fondos por parte de la entidad financiadora del proyecto.

La lógica es, como se sabe, la disciplina que enseña a evaluar argumentos. En lógica un argumento es un conjunto de proposiciones, una de las cuales (La conclusión) se deriva de otra u otras (las premisas). Las premisas proporcionan evidencias, en tanto que la conclusión es la proposición que se sigue de esta evidencia.

El marco lógico es, en esencia, una matriz conceptual para organizar los distintos elementos de un proyecto de desarrollo. Para este enfoque, como ya ha sido dicho, los recursos -tanto humanos como materiales- constituyen los elementos básicos para realizar las actividades, las cuales permiten, a su vez, obtener ciertos productos. Estos tres elementos constituyen el proyecto propiamente dicho y están bajo control del equipo ejecutor y son su responsabilidad directa. Los productos obtenidos tienen un efecto predecible en los beneficiarios directos y cuya solución se describe en el propósito del proyecto. Los logros obtenidos a este nivel contribuyen a su vez a obtener logros de largo plazo o de impacto sobre el desarrollo, que se definen en el objetivo general o fin de un proyecto (ver Figura 9).

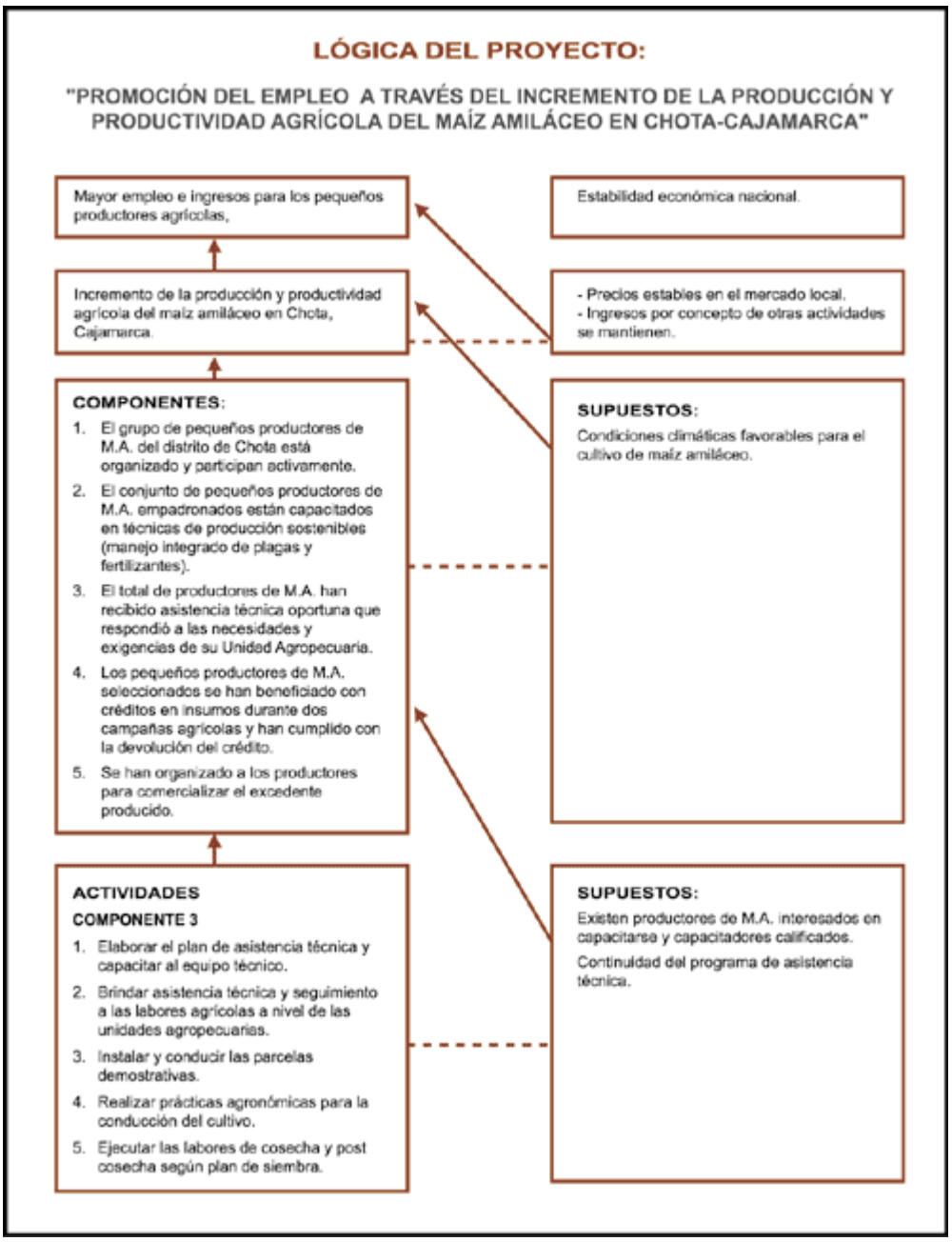


Figura 9 Lógica del proyecto

Fuente: www.sifp.org.mx

2.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos-financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros, ya que un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas en el largo plazo. Las técnicas de evaluación económica son herramientas de uso general**.**

2.4.1 Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

Es la tasa que representa el valor al cual un inversionista está dispuesto a arriesgar su capital, siendo uno de sus componentes el costo de capital. Esta tasa es diferente y particular para cada inversión y proyecto, dependiendo de las características de la empresa, las expectativas del inversionista, el riesgo asociado a la inversión entre otros (**AZOCAR,** 1997[23]).

2.4.2 Análisis de sensibilidad

Consiste en cambiar los datos para ver la incidencia sobre el resultado. Obtenida la solución óptima de un ejemplo resuelto de programación lineal aparecen para su interpretación, datos complementarios que merecen atención especial. Entre ellos está la preocupación acerca de cómo cambia la solución ante cambios que se realizan (de a uno por vez) en los datos o en los valores de la solución (fijando su valor en otra cifra)[24].

2.4.3 Valor presente neto (VPN)

Consiste en actualizar a valor presente los flujos de caja futuros que va a generar el proyecto, descontados a un cierto tipo de interés ("la tasa de descuento"), y compararlos con el importe inicial de la inversión. Como tasa de descuento se utiliza

normalmente el costo de oportunidad del capital (COK) de la empresa que hace la inversión. (**LAVANDA,** 2005[25]).

VPN = - A + [FC1 / (1+r)^1] + [FC2 / (1+r)^2]+...+ [FCn / (1+r)^n]

Siendo:

A: desembolso inicial

FC: flujos de caja

n: número de años (1,2,...,n)

r: tipo de interés ("la tasa de descuento")

1/(1+r)^n: factor de descuento para ese tipo de interés y ese número de años

Si VPN > 0: El proyecto es rentable.

Si VPN = 0: El proyecto es postergado.

Si VPN < 0: El proyecto no es rentable.

2.4.4 Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR (Tasa Interna de Retorno) es aquella tasa que hace que el valor actual neto sea igual a cero. [26]

Algebraicamente:

$$\sum_{j=1}^{n-j} Fj(1+i) = I_0$$

Donde:

Fj: Flujo de caja en el periodo j (ahorro operacional en el año j)

i: Tasa interna de retorno(TIR)

n: Duración del proyecto

Io: Inversión inicial requerida para el proyecto

La regla para realizar una inversión o no utilizando la TIR es la siguiente:

Cuando la TIR es mayor que la tasa de interés, el rendimiento que obtendría el inversionista realizando la inversión es mayor que el que obtendría en la mejor inversión alternativa, por lo tanto, conviene realizar la inversión.

Si la TIR es menor que la tasa de interés, el proyecto debe rechazarse.

Cuando la TIR es igual a la tasa de interés, el inversionista es indiferente entre realizar la inversión o no.

TIR > i => realizar el proyecto

TIR < i => no realizar el proyecto

TIR = i => el inversionista es indiferente entre realizar el proyecto o no.

3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

A continuación se presentan las preguntas de la investigación que fueron respondidas con el presente trabajo:

1. ¿Cuáles son las características del mercado potencial en la Parroquia Universidad de la Ciudad de Puerto Ordaz?

2. ¿Es factible técnica y económicamente la construcción de la red doméstica de distribución de gas natural?

4 SISTEMA DE VARIABLES

Las variables, según **BAVARESCO** (citado por **PÉREZ**, 1994)[27], "**representan diferentes condiciones, cualidades, características o modalidades que asumen los objetos en estudio desde el inicio de la investigación**"(pág. 21).

A continuación, en la Tabla 3 se presenta la definición conceptual y operacional de cada una de las variables que son objeto de análisis en el presente estudio.

Tabla 3

Definición y operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	INSTRUMENTO
Caracterización de la población	Conjunto de rasgos peculiares que caracterizan a la población.	Características de la población en cuanto a titularidad, posesión de equipos, tipo de combustible usado, gasto promedio en energía, cumplimiento de las expectativas que tiene la población con respecto a la disponibilidad, precio y seguridad del servicio de gas licuado de petróleo (GLP) y electricidad; así como conocimiento del gas natural y sus beneficios y la disposición a usar el servicio de gas natural a través de una red de distribución.	Perfil poblacional	Encuesta: Ítem 1, 2, 3, 4
			Satisfacción	Encuesta: Ítem 5, 6
			Nivel de conocimiento	Encuesta: Ítem 7, 8, 10
			Cliente potencial	Encuesta: Ítem 9, 11
Factibilidad técnica	Estudio de las posibilidades reales de ejecución del proyecto en cuanto a tecnologías, materiales, condiciones físicas.	Evaluación de las condiciones físicas de operación de la red, a fin de garantizar a cada cliente el suministro de gas en forma continua y segura.	Presión	Simulación con programa Pipephase
			Longitud	
			Caudal	
			Consumo	
Viabilidad económica	Condición que evalúa la conveniencia de un sistema, proyecto o idea al que califica, atendiendo a la relación que existe entre los recursos empleados para obtenerlo y aquellos de los que se dispone. [28]	Evaluación económica para determinar la tasa interna de retorno y el valor presente neto del proyecto.	Tasa interna de retorno	Análisis de TIR
			Valor presente neto	Análisis de VPN

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se exponen los aspectos referidos al diseño metodológico que son utilizados para el desarrollo del estudio que se propone en este proyecto; por tanto, se indica el tipo de estudio que se desarrolló, la caracterización de la muestra, los instrumentos que se utilizaron y finalmente se especifica el procedimiento que se siguió para el Desarrollo de un Proyecto para la Construcción de un Sistema de Redes Domesticas de Distribución de Gas Natural, Basado en el Modelo de Marco Lógico.

1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio fue desarrollado como una investigación no experimental del tipo aplicado tecnológica. En tal sentido **MARTÍNEZ** (1994) señala que:

> **"Una investigación tecnológica (llamada tradicionalmente investigación aplicada) es una actividad orientada a la generación de nuevo conocimiento (técnico) que pueda ser aplicado directamente a la producción y distribución de bienes y servicios; la cual puede conducir a una nueva inversión, una innovación o una mejora." (Pág. 517)**[29]

Partiendo de la anterior cita, se puede afirmar que el presente estudio se corresponde con una investigación aplicada o tecnológica, ya que permite, a través de un análisis, el desarrollo de un proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural, basado en el modelo de marco lógico.

2 POBLACIÓN Y MUESTRA

ALCAIDE (1979) afirma que la población es...**"el total de elementos sobre la cual queremos hacer una inferencia basándonos en la información relativa a la muestra"** y la muestra se define como: **"la parte de la población que seleccionamos, medimos y observamos"**. (30)

De acuerdo con la afirmación anterior, la población de la investigación estuvo conformada por 11.895 viviendas con acometida para distribución de gas doméstico, ubicadas en la Parroquia Universidad del Municipio autónomo Caroní de la Ciudad de Puerto Ordaz, Edo. Bolívar, siendo ésta una población finita.

Así mismo, se determinó una muestra de 96 viviendas, la cual, de acuerdo con la metodología presentada por **ONCINS** (SF)(31)**,** corresponde a un nivel de confianza de 95% y un error en la estimación de 10%. A continuación se presenta el cálculo de la muestra:

$n=N.Z^2_{\alpha.}p.q/[e^2.(N-1)+ Z^2_{\alpha.}p.q];$

Donde:

n= tamaño de la muestra

N= tamaño de la población= 11895

α= nivel de confianza elegido= 95%

Z= variable normal= 1,96

p= proporción= 0,5

q= 1-p= 0,5

e= error en la estimación= 10%

sustituyendo los valores en la fórmula se obtiene que,

$n= 11895.1,96^2.0,5.0,5/[0,1^2.(11895-1)+ 1,96^2.0,5.0,5] \cong$ **96**

3 INSTRUMENTOS

A continuación se presentan los instrumentos utilizados en el desarrollo de la investigación:

3.1 INTERNET, BIBLIOTECAS Y OTRAS FUENTES

La recolección y análisis teórico de las referencias bibliográficas fueron realizadas con información la cual se obtuvo por medio del uso de Internet, bibliotecas, y otras fuentes.

3.2 PAQUETES COMPUTARIZADOS

Para el desarrollo y análisis estadísticos fue necesario codificar los datos para que puedan ser analizados correctamente; para ello se utilizaron los paquetes informáticos MS Word, MS Excel, Autocad y Pipephase.

4 PROCEDIMIENTO

A continuación se describe el procedimiento seguido en la elaboración del trabajo:

1 Ubicación y análisis de bibliografía especializada, relacionada con el gas natural y con la Teoría del Marco Lógico.

2 Recolección de datos: revisión y selección de la información existente en la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y el Instituto Nacional de

Estadística (INE), sobre las características demográficas del área de estudio. Así mismo, realización de conteo de las viviendas multifamiliares de la Parroquia Universidad.

3 Realización de un análisis a de mercado para caracterizar a la población.

4 Determinación y ubicación de calles, avenidas y zonas residenciales en un plano de la ciudad.

5 Establecimiento del recorrido de las tuberías de cada red, así como la ubicación de las estaciones de regulación principales tomando en cuenta la disposición de las residencias unifamiliares y multifamiliares sobre un mapa del urbanismo de la Parroquia Universidad.

6 Ejecución de un análisis técnico a través de una simulación del comportamiento de la red: se introdujeron los datos característicos de la red (presión, diámetro de tuberías, longitud, caudal y configuración de la red) en el programa Pipephase para verificar el correcto funcionamiento de la misma.

7 Realización de la evaluación económica para determinar la rentabilidad de la red.

8 Presentación del proyecto para la construcción del sistema de redes domesticas, basado en el modelo de marco lógico.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

A continuación se presenta el Diseño de un Proyecto para la Construcción de un Sistema de Redes Domésticas de Distribución de Gas Natural, basado en el Modelo Marco Lógico que fue desarrollado como producto del presente trabajo.

1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Puerto Ordaz, ubicada en el sur oriente de Venezuela cuenta con una población de 243.983 habitantes y se espera un crecimiento anual de 4,6% para los próximos 20 años. Así mismo, la demanda de energía de esta población es cada vez mayor. Aun cuando la región es la mayor productora de energía eléctrica, los costos por consumo de la misma son de los más altos en todo el país.

En algunos casos el gasto por uso de la energía eléctrica alcanza el 20% de los ingresos familiares, lo que merma considerablemente el poder adquisitivo de las familias de Puerto Ordaz.

2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Del planteamiento anterior se identificó como problema central el descenso del poder adquisitivo de los habitantes de la ciudad de Puerto Ordaz.

De la aplicación de una tormenta de ideas se obtuvo el siguiente árbol de problemas (ver Figura 10):

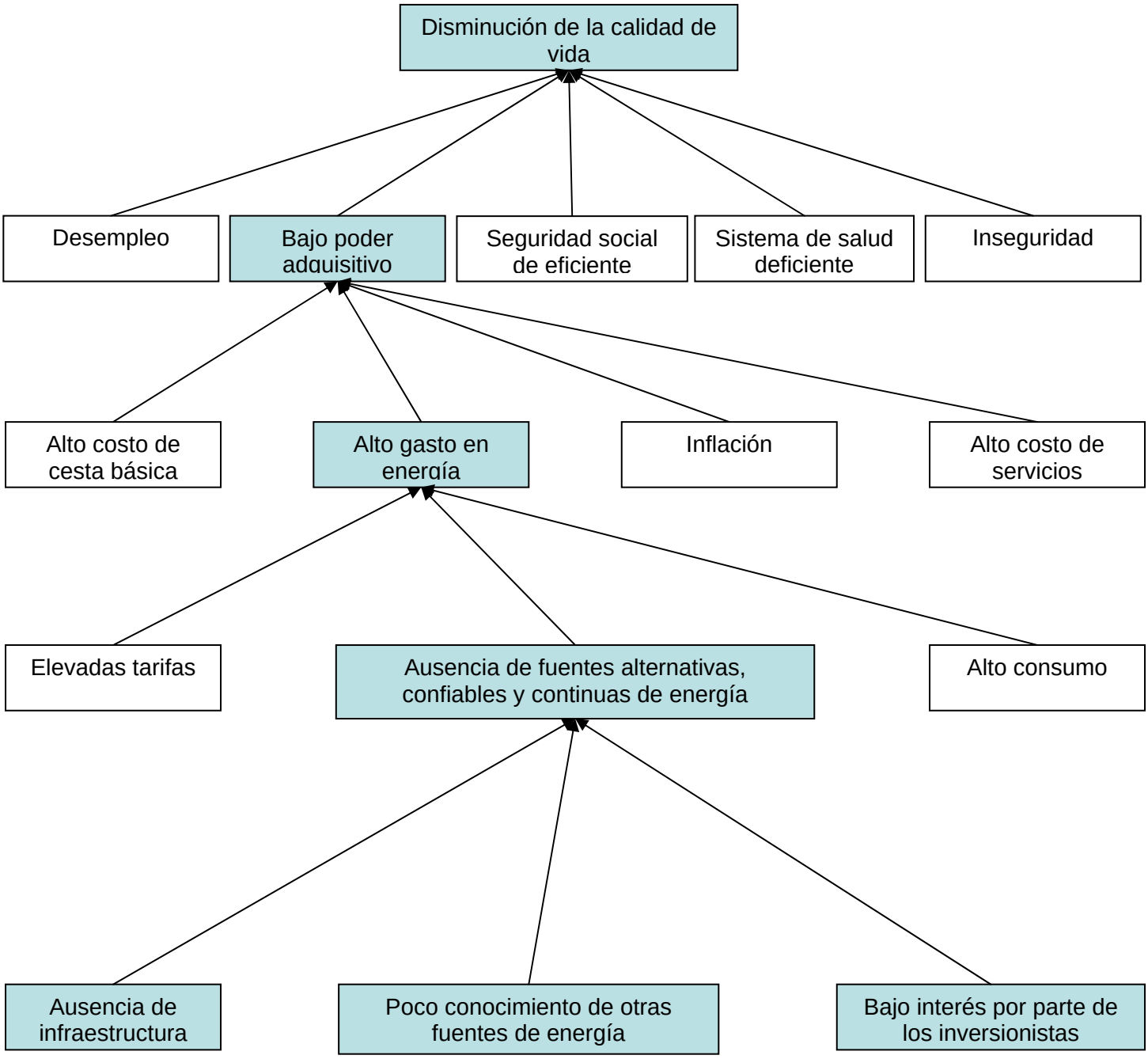


Figura 10 Árbol de Problemas

Fuente: Propia

Seguidamente se presenta el Árbol de Objetivos generado a partir del Árbol de Problemas anterior (ver Figura 11):

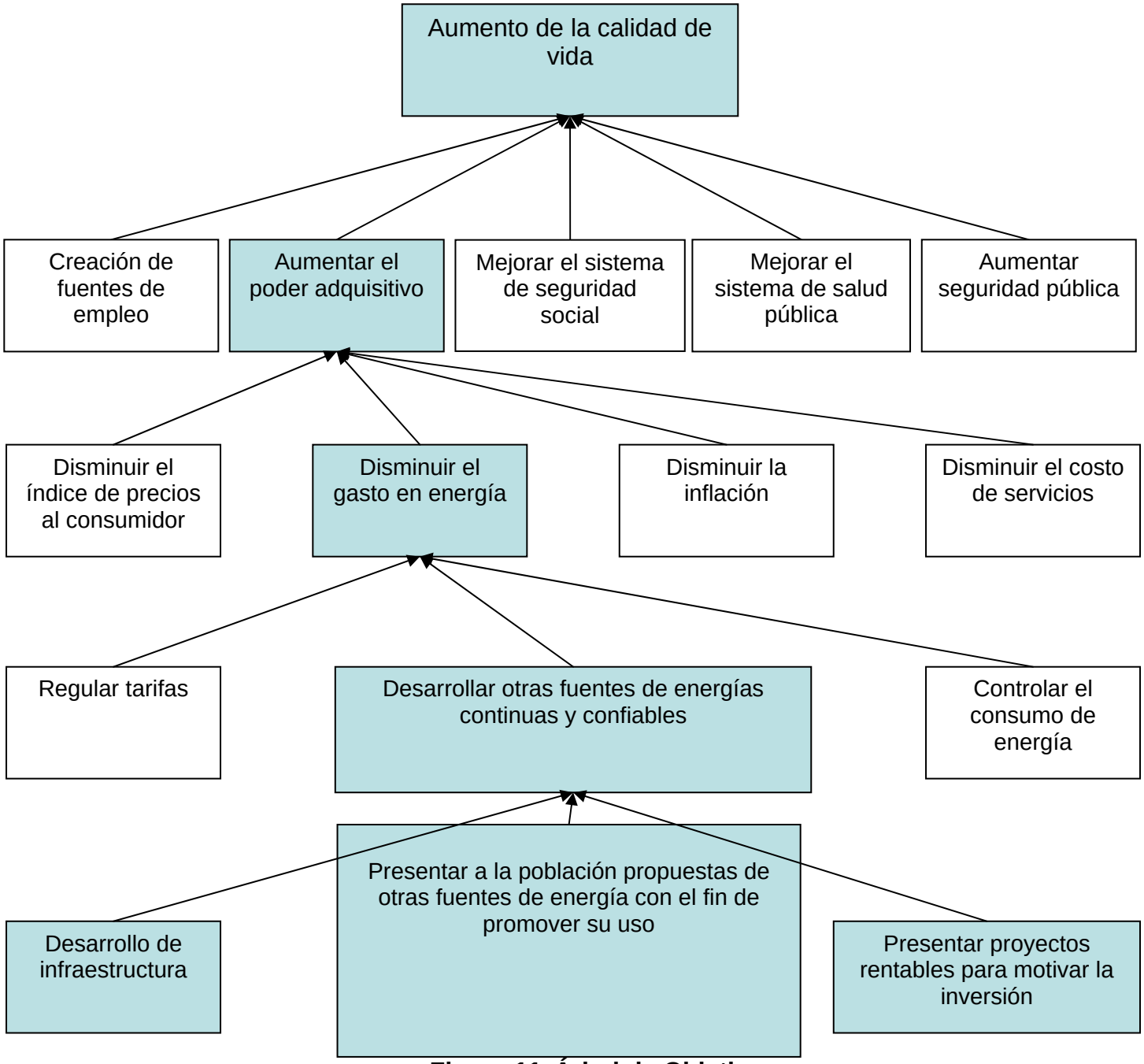


Figura 11 Árbol de Objetivos

Fuente: Propia

3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Por razones de tiempo y de la magnitud del presente estudio, se eligió analizar sólo la alternativa “Desarrollo de un Proyecto para la Construcción de un Sistema de Redes Domésticas de Distribución de Gas Natural”.

Para este análisis se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

3.1 ANÁLISIS DE MERCADO

3.1.1 El producto: El gas natural

El gas natural extraído de los yacimientos, es un producto incoloro e inodoro, no tóxico y más ligero que el aire. Procede de la descomposición de los sedimentos de materia orgánica atrapada entre estratos rocosos y es una mezcla de hidrocarburos ligeros en la que el metano (CH_4) se encuentra en grandes proporciones, acompañado de otros hidrocarburos y gases cuya concentración depende de la localización del yacimiento. Gracias a los avances tecnológicos desarrollados, sus procesos de producción, transporte, distribución y utilización no presentan riesgos ni causan impacto ambiental apreciable. (32)

El gas natural es un combustible más limpio que el carbón y el petróleo, ya que en su combustión produce de un 40 a un 45% menos dióxido de carbono que el carbón, y entre un 20 y un 30% menos que los productos derivados del petróleo. Otra de las características de esta energía es que no emite partículas sólidas ni cenizas en su combustión, y las emisiones de óxidos de nitrógeno son inferiores a las del carbón y los productos petrolíferos. Asimismo, las emisiones de dióxido de azufre son prácticamente nulas. Así se reconoce en los países con reglamentaciones estrictas para proteger el medio ambiente, donde el consumo de gas natural está creciendo en aplicaciones en las que se reduce la contaminación. (33)

3.1.2 La demanda

3.1.2.1 Caracterización de los clientes potenciales

Para conocer las características de los potenciales consumidores, se realizó una encuesta (ver Apéndice A). Del análisis de los resultados de dicha encuesta se pudo inferir lo siguiente:

Entorno Socio- Económico:

- El 80% de la población es propietaria de la vivienda que ocupa (ver Gráfico 1).

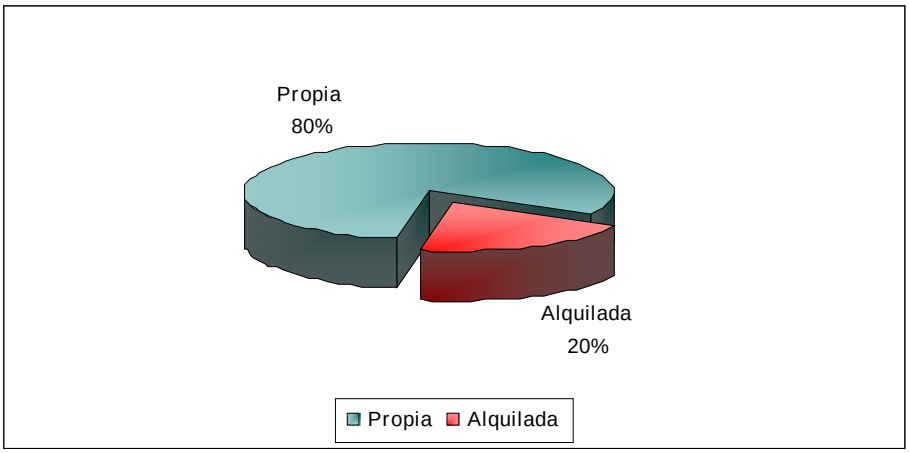


Gráfico 1 Tipo de Vivienda

Fuente: Propia

Así mismo, se observó que más del 90% de la población cuanta con cocina, horno y/o aire acondicionado. Además, más de la mitad de la población cuenta con secadora y/o calentador de agua (ver Gráfico 2).

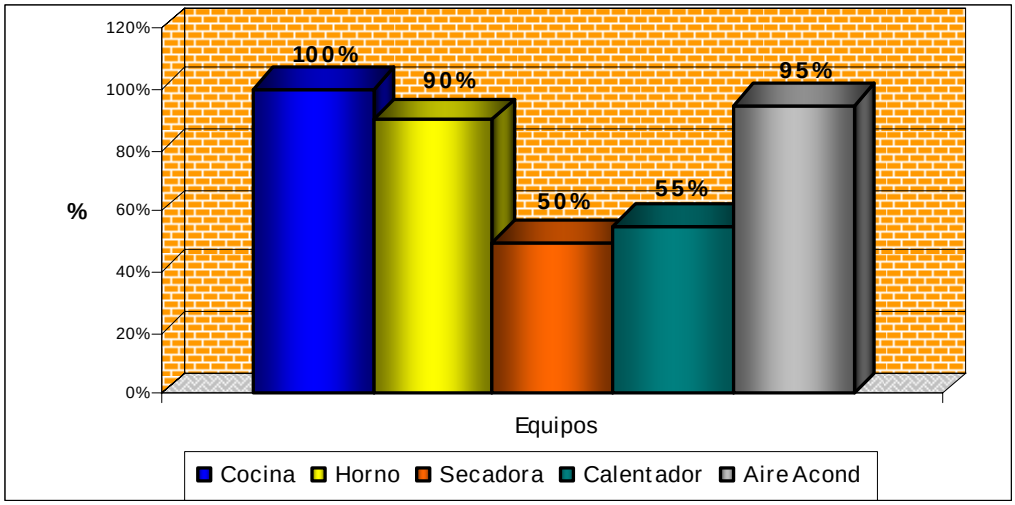


Gráfico 2 Uso de equipos en el hogar

Fuente: Propia

- Aunque es utilizada en la totalidad de los hogares, el 75% de la población posee al menos un equipo que utiliza el gas como combustible (ver Gráfico 3).

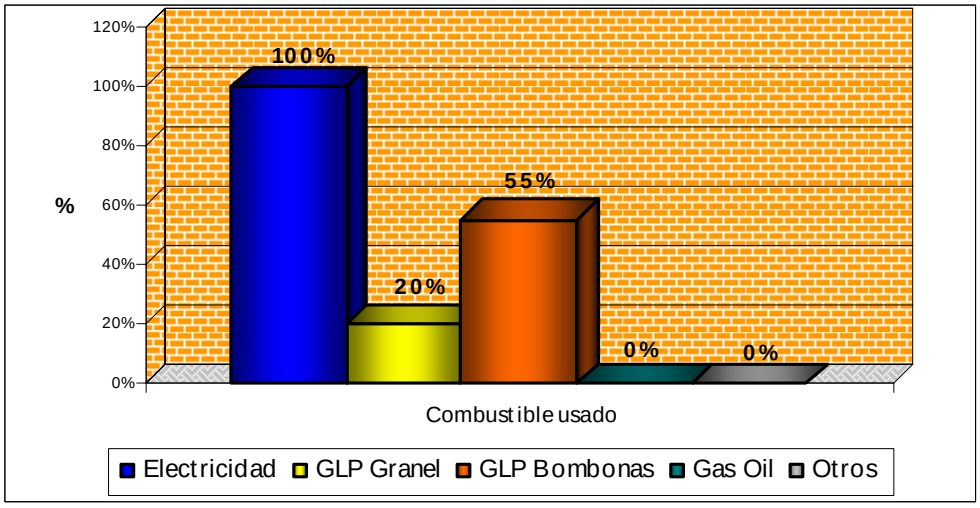


Gráfico 3 Tipos de combustibles usados

Fuente: Propia

- De este modo, se tiene que el gasto promedio mensual en electricidad y gas varía entre 142.600 Bs./mes y 161.250 Bs./mes.(ver Gráfico 4).

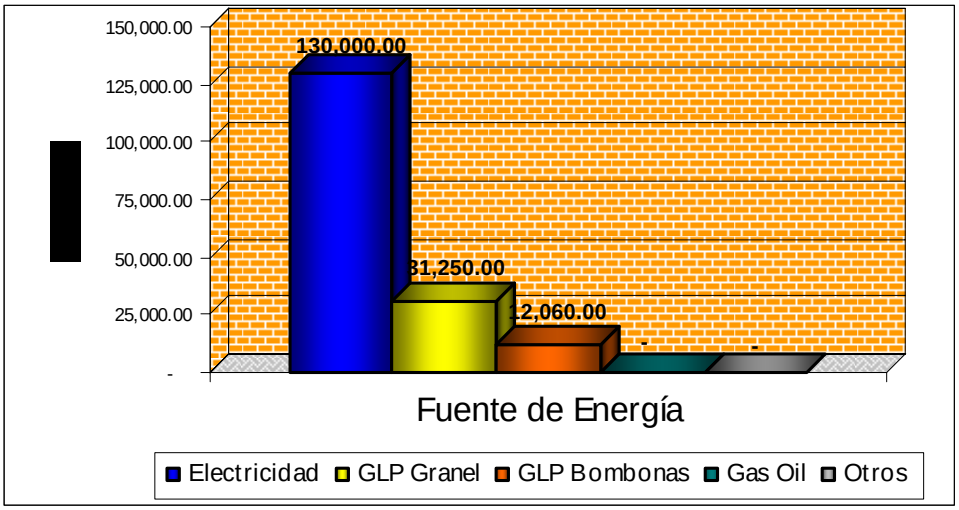


Gráfico 4 Gasto promedio mensual en combustible

Fuente: Propia

Satisfacción con el servicio de Gas:

- Disponibilidad: se pudo observar que el 88% de la población está medianamente satisfecha o insatisfecha.

- Precio: se observó que aproximadamente el 75% manifiesta estar medianamente satisfecha o insatisfecha.

- Seguridad: el 88% de la población está medianamente satisfecha o insatisfecha (ver Gráfico 5).

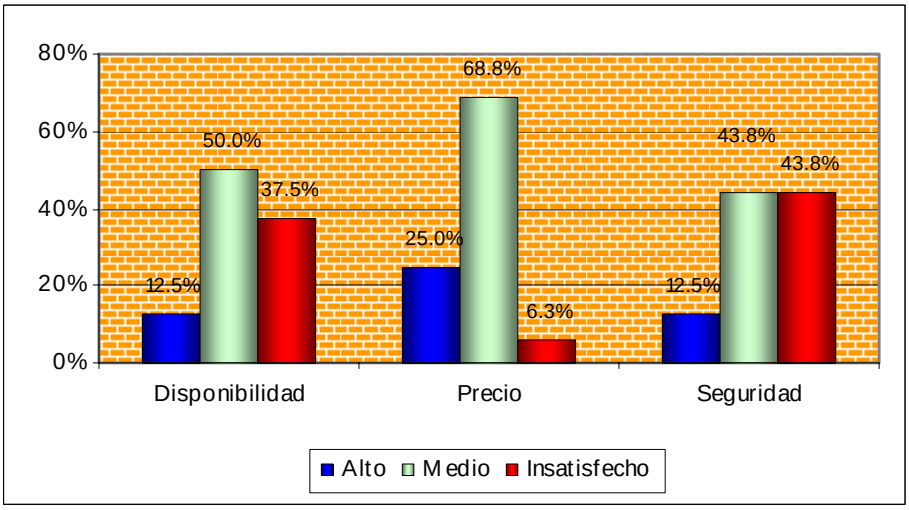


Gráfico 5 Satisfacción con servicio de gas (GLP)

Fuente: Propia

Satisfacción con el servicio de Electricidad:

- Disponibilidad: sólo el 32% de la población se manifiesta satisfecha con la disponibilidad del servicio de electricidad.
- Precio: el 90% de la población no se siente completamente satisfecha con el precio del servicio.
- Seguridad: el 68% de la población está medianamente satisfecha o insatisfecha (ver Gráfico 6).

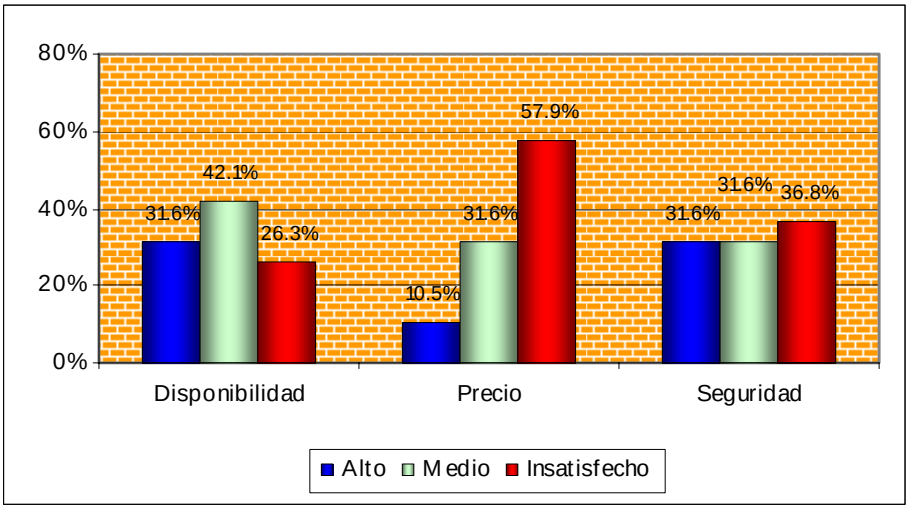


Gráfico 6 Satisfacción con servicio de electricidad

Fuente: Propia

Conocimiento de uso y beneficios del Gas Natural:

- Se observó que sólo el 53% de la población conoce del uso del Gas Natural o Gas Metano como combustible doméstico (ver Gráfico 7).

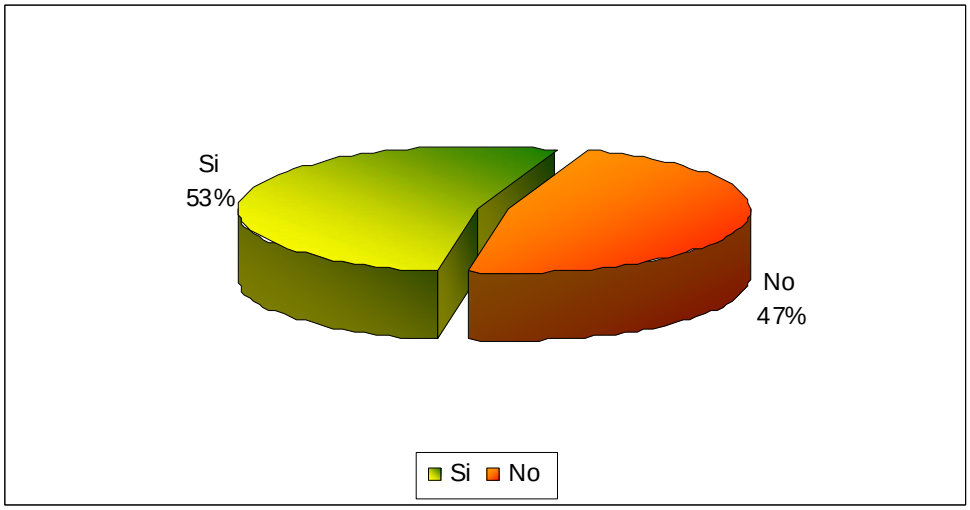


Gráfico 7 Conocimiento del gas natural o gas metano

Fuente: Propia

De este segmento, sólo el 55%, 50% y 35% conocen los beneficios en cuanto a disponibilidad, precio y seguridad respectivamente, brindados por el uso del Gas Natural como combustible suministrado a través de una red doméstica de distribución (ver Gráfico 8).

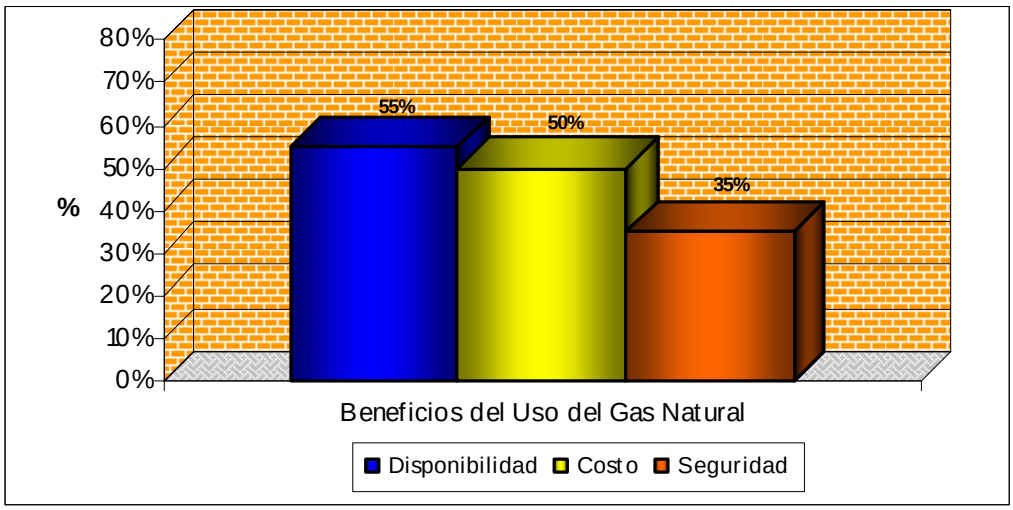


Gráfico 8 Conocimiento de los Beneficios del uso del gas natural como combustible doméstico

Fuente: Propia

Así mismo, sólo el 55% de este segmento sabe que el uso de gas natural a través de una red doméstica de distribución, le permitiría disminuir su gasto promedio mensual en energía (ver Gráfico 9).

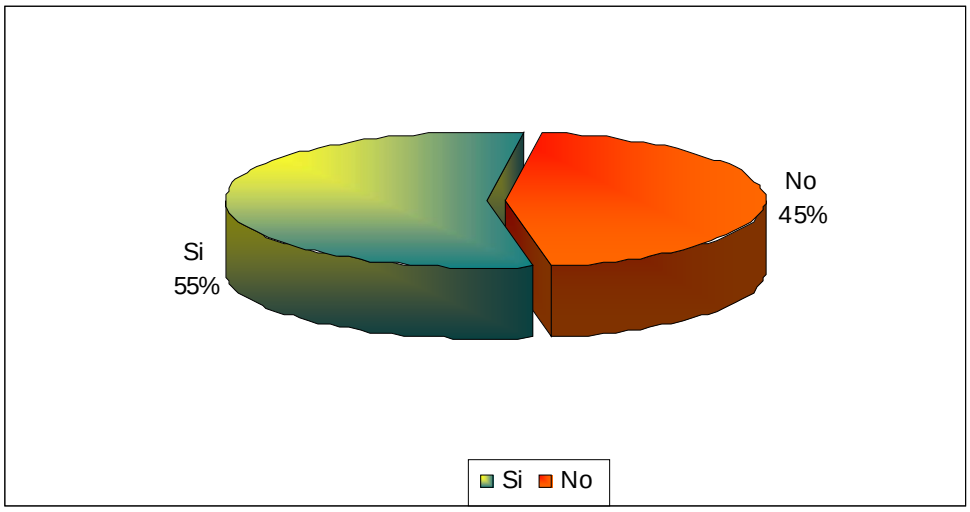


Gráfico 9 Conocimiento del ahorro en el gasto promedio mensual por uso de gas natural como combustible

Fuente: Propia

Disposición de hacer uso del servicio de gas natural a través de una red doméstica de distribución:

- El 85% de la población quisiera contar en su hogar con el servicio de gas natural a través de una red doméstica de distribución (ver Gráfico 10), y el 80% de la población (94% del segmento dispuesto) estaría de acuerdo a realizar una inversión inicial por concepto de derecho de incorporación a la red (ver Gráfico 11).

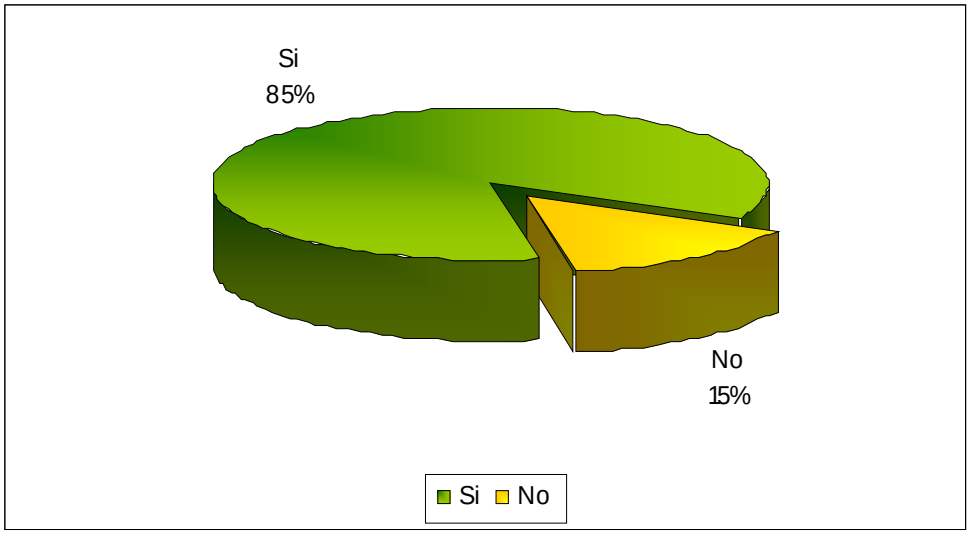


Gráfico 10 Disposición a contratar el servicio de distribución de gas natural a través de una red doméstica de distribución

Fuente: Propia

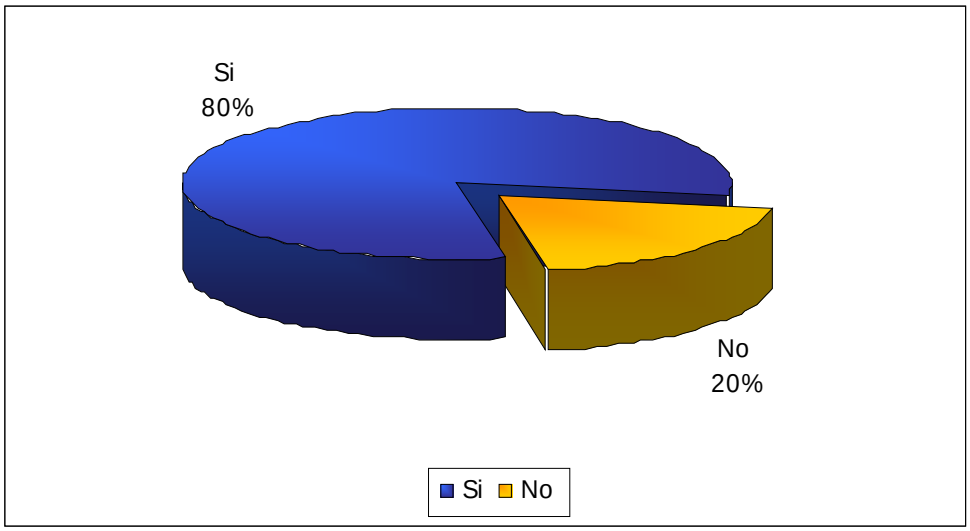


Gráfico 11 Disposición a pagar derecho de incorporación a la red

Fuente: Propia

De la aplicación y análisis de los resultados de la encuesta se puede inferir que la población está compuesta por una mayoritaria clase media que puede ser catalogada como “clientes potenciales” debido a que, manifiesta baja satisfacción en cuanto a disponibilidad, precio y seguridad de los servicios de gas (GLP) y electricidad, y aunque sólo la mitad conoce del uso y beneficios del Gas Natural, al menos el 80% está dispuesto a incorporarse al servicio y hacer una inversión inicial como derecho de incorporación.

3.1.2.2 Índice de crecimiento del número de viviendas

Para determinar el índice de crecimiento se tomó como patronal tasa anual de crecimiento de viviendas en el Municipio Caroní siendo esta de 4,6 % según el Informe de Primeros Resultados del XIII Censo General de Población y Viviendas 2001, emitido por el Instituto Nacional de Estadística (INE), en noviembre de 2002. [34]

3.1.2.3 Estimación de la demanda

Para estimar la demanda se realizó una proyección de 20 años (según la vida útil de los materiales a utilizar) partiendo del año uno del proyecto y tomando en cuenta el índice de crecimiento del número de viviendas. Así mismo, la demanda de gas responder a al porcentaje de viviendas captadas, es decir, el número de clientes que se estima estén conectados a la red de distribución.

Según la opinión de expertos y basados en experiencias previas de la empresa VDGAS, el consumo promedio mensual de gas en una vivienda es de $32m^3$/mes; así mismo, el porcentaje de captación de clientes se comporta de la siguiente forma (ver Gráfico 12):

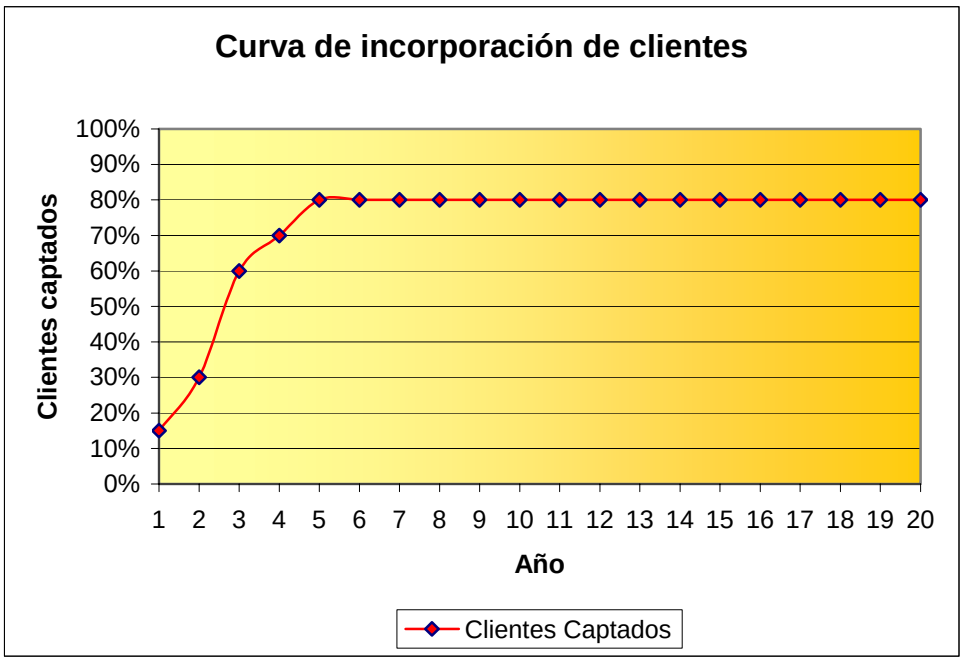


Gráfico 12 Porcentaje de incorporación de clientes

Fuente: VDGAS

Por otra parte, para determinar la demanda se realizó un conteo directo de las viviendas multifamiliares y un conteo, en planos de la ciudad, de las viviendas unifamiliares a fin de determinar, además de la población de estudio, la cantidad de viviendas multifamiliares que poseen las instalaciones requeridas para el uso de la red de gas natural (ver Tabla 4).

Tabla 4

Demanda proyectada en 20 años

Años	Viviendas aceptables	% Viviendas captadas (A)	Viviendas captadas	Demanda m3/mes
2007	11994	15%	1.799	71.964
2008	12546	30%	3.764	150.549
2009	13123	60%	7.874	314.948
2010	13726	70%	9.609	384.341
2011	14358	80%	11.486	459.453
2012	15018	80%	12.015	480.587
2013	15709	80%	12.567	502.694
2014	16432	80%	13.145	525.818
2015	17188	80%	13.750	550.006
2016	17978	80%	14.383	575.306
2017	18805	80%	15.044	601.770
2018	19670	80%	15.736	629.452
2019	20575	80%	16.460	658.407
2020	21522	80%	17.217	688.693
2021	22512	80%	18.009	720.373
2022	23547	80%	18.838	753.510
2023	24630	80%	19.704	788.172
2024	25763	80%	20.611	824.428
2025	26948	80%	21.559	862.352
2026	28188	80%	22.550	902.020

Fuente: Propia

3.1.3 La oferta

En el pasado, la producción de gas en Venezuela se caracterizó por presentar una estructura monopólica, debido a que era realizada por un solo agente económico: PDVSA GAS. Esta empresa controlaba las actividades de exploración, producción, transporte y distribución de gas, limitando la participación de otros agentes a un sector reducido de la actividad de distribución.

Sin embargo, el actual marco regulatorio del gas permite la participación privada en un 100% en todas las actividades de este negocio, con un régimen de regalías y tributario inferior al de la explotación de hidrocarburos líquidos. Por otra parte, el gobierno nacional está decidido a impulsar el desarrollo de las actividades de

exploración y explotación del gas con una activa participación privada. Por ello, en el desarrollo del sector del gas en Venezuela se abren importantes oportunidades de negocio para el sector privado nacional e internacional.

Las reservas de gas probado en Venezuela son de 147,5 Bpc (billones de pies cúbicos) lo cual demuestra la suficiencia de esta fuente de energía para sustentar el crecimiento del volumen de producción por muchos años. Asimismo, la producción de gas está concentrada, en su mayoría, en la región oriental como una participación del 71,9% y 28,1% en occidente.

La ciudad de Puerto Ordaz cuenta con un suministro de gas natural a través del sistema de transmisión Anaco-Puerto Ordaz, con una capacidad de 640MMPCD (millones de pies cúbicos diarios) (18,12 millones de metros cúbicos diarios) para satisfacer la demanda del sector industrial.

Así mismo, cuenta con una línea de transmisión de gas natural vehicular para las estaciones de servicio cuya ruta y ubicación se muestran en el Apéndice B.

Esta línea de transmisión está diseñada para ofrecer un caudal de 266MMMCD (millones de metros cúbicos al día) de los cuales se estima que 90MMMCD sean consumidos por el parque automotor, quedando disponible 176MMMCD, que pueden ser utilizados para alimentar las redes urbanas de distribución de gas natural.

3.1.4 El precio

El precio del gas natural es fijado por resolución conjunta de los Ministerios de Producción y Comercio y Energía y Petróleo conforme a lo dispuesto en la Resolución Nº 018 publicada en la Gaceta Oficial N° 38.378 del 13 de febrero de 2006[35] (ver Anexo 1). Los precios del gas metano aprobados por el Ejecutivo Nacional, por tipo de consumidor en los Centros de Despacho, son los siguientes (ver Tabla 5):

Tabla 5

Precio del gas metano desde el Centro de Despacho Anaco

Tipo de Consumidor	Tarifas de transporte (Bs./m^3)			
	01 Enero 06	01 Enero 07	01 Enero 08	01 Enero 09
Doméstico y Comercial (Bs/ m^3)	16,770	17,908	19,124	20,421

Fuente: Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 38.378

Así mismo, las tarifas de transporte, distribución y uso de las redes industriales y domésticas son fijados por los Ministerios de Industrias Ligeras y Comercio y de Energía y Petróleo (ver Tablas 6, 7 y 8) conforme a lo dispuesto en la Resolución Nº 019 publicada en la Gaceta Oficial N° 38.386 del 23 de febrero de 2006[36] (ver Anexo 2).

Tabla 6

Tarifa de transporte del gas metano desde el Centro de Despacho Anaco

Sistema de transporte	Tarifas de transporte (Bs./ m^3)			
	01 Enero 06	01 Enero 07	01 Enero 08	01 Enero 09
Anaco- Puerto Ordaz	3,025	3,783	4,540	5,298

Fuente: Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 38.386

Tabla 7

Tarifa de distribución del gas metano a través de la red industrial desde el Centro de Despacho Anaco

Tarifa de distribución (Bs./ m^3)	**01 Enero 06**	**01 Enero 07**	**01 Enero 08**
Puerto Ordaz	1,860	2,069	2,277

Fuente: Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 38.386

Tabla 8

Tarifa de distribución del gas metano a través de la red doméstica

	01 Enero 06	**01 Enero 07**	**01 Enero 08**
Red Doméstica (Bs./ m^3)	128,878	151,691	174,505

Fuente: Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 38.386

De esta manera, se tiene que el importe total por metro cúbico (m^3) que deberán pagar los consumidores son los siguientes (ver Tabla 9):

Tabla 9

Importe total por metro cúbico (Bs./m^3) de gas para el consumidor doméstico

Año	Precio del gas en el Centro de Despacho	Tarifa de Transporte desde el Centro de Despacho	Tarifa de Distribución por la Red Industrial	Tarifa de Distribución por la Red Doméstica	Importe Total para el Consumidor Doméstico
2006	16.770	3.025	1.860	128.878	150.533
2007	17.908	3.783	2.069	151.691	175.451
2008	19.124	4.540	2.277	174.505	200.446

Fuente: Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 38.386

Sin embargo, como la gaceta oficial Nº 38.386 sólo presenta, en algunos casos, las tarifas fijadas hasta el año 2008, la misma gaceta presenta en su artículo 6, la forma de calcular dichas tarifas al inicio de cualquier año:

“Artículo 6. En enero de cada año se ajustarán las tarifas de los servicios de transporte y distribución del gas metano en el País, como mecanismo de seguir la paridad cambiaria; de acuerdo con la siguiente fórmula:

T=TAxTC/TCA”

Donde:

Nomenclatura	Descripción
T	Tarifa de Transporte y/o Distribución del gas metano, aplicable durante el año que comienza cada primero de enero
TA	Tarifa de Transporte y/o Distribución del gas metano, indicadas en las tablas contenidas en los artículos 3, 4 y 5 de la presente resolución
TC	Tasa de cambio referencial de compra del bolívar con respecto al dólar de los Estados Unidos de Norteamérica, correspondiente a la fecha de operación del primer día hábil bancario de enero de cada año, de acuerdo con el Banco Central de Venezuela
TCA	Tasa de cambio referencial de compra del bolívar con respecto al dólar de los Estados Unidos de Norteamérica, igual a Bs. 2.144,60 por Dólar

Fuente: Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 38.386

3.2 ANÁLISIS TÉCNICO

3.2.1 Bases para el diseño

Para el desarrollo de los cálculos se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Presión de entrada (en la estación de suministro) 413,7 Kpa (60 Psig).

- Presión de salida (domestica) 3,74 Kpa= 0,5Psig (15 pulg. de Columnas de H_2O).
- Flujo isotérmico en toda la red 25 ºC (75 ºF).
- Tuberías: Polietileno de Alta Densidad (PEAD)
- Diámetros:
  - Ramal primario: 63 mm (Indicado con color rojo en el Plano).
  - Ramal secundario: 32 mm (Indicado con color azul en el Plano).
- Método de cálculo: para la verificación de las presiones y caudales se emplea el método del punto crítico o punto más desfavorable.
- Consumo: para dar un margen de seguridad al diseño, se asume que la incorporación de clientes a la red es de un 100% desde el primer año de operación de la misma; así mismo, se supone que el 100% los clientes se encuentran consumiendo gas natural en sus residencias al mismo tiempo.
- Se asume que la tubería opera totalmente horizontal.
- Número máximo de clientes por estación de distribución: Catorce mil (14.000).
- Se seleccionó el polietileno para ser el material de todos los ramales principales, secundarios (derivaciones) y válvulas de seccionamiento, por ser el material más apto para el tipo de suelo (muy agresivo por la corrosión) presente en la zona y presentar propiedades mecánicas similares al acero según normas incluidas en estas especificaciones.

Este estudio partió de un análisis geográfico para ubicar la red de gas natural vehicular existente en la ciudad de Puerto Ordaz. Dicha red parte de la estación de regulación primaria ubicada en la zona industrial Cambalache y se extiende hasta la

Estación de Servicio Cachamay. Dicha red opera a una presión de 180 Psig en una tubería de 6“ de diámetro. Las redes resultantes estarán conectadas a este ramal de GNV, para lo cual cada una contará con una estación de regulación donde se regulará, odorizará y medirá el gas a entregar.

Así mismo, se realizó un análisis geográfico-catastral de la Parroquia Universidad, para lo cual se utilizó el catastro digital de la ciudad a fin de estimar la ubicación de la red de tuberías, diámetro, longitud y la densidad poblacional de cada una de las áreas, obteniendo las relaciones para determinar el número de estaciones de distribución y su ubicación física en el plano catastral. De acuerdo a esto, se diseñaron 3 redes de distribución cuyas rutas se presentan a continuación:

Estación 1- Universidad 1

La ubicación de la estación es la siguiente:

UD- 226: Avenida Las Américas con Carrera Churunmerú (ver Figura 12).

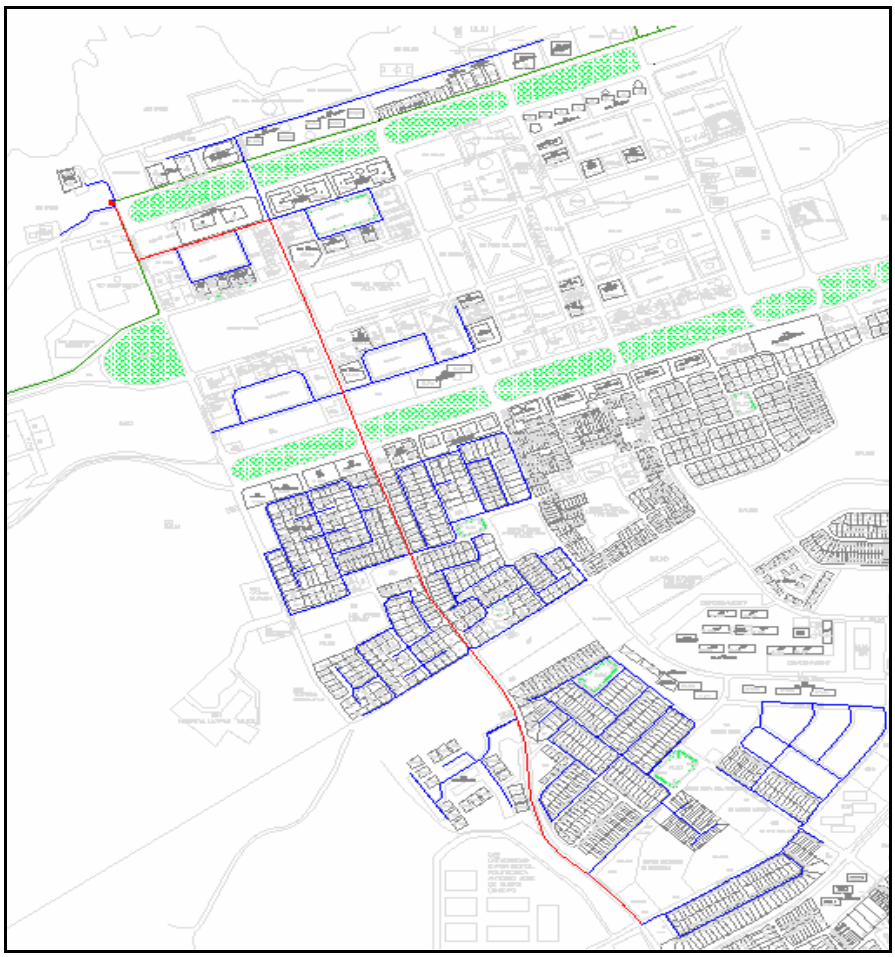


Figura 12 Red Universidad 1

Fuente: Propia

Estación 2- Universidad 2

La ubicación de la estación es la siguiente:

UD- 252: Avenida Las Américas, al lado de la Estación de Servicio Las Américas (ver Figura 13).

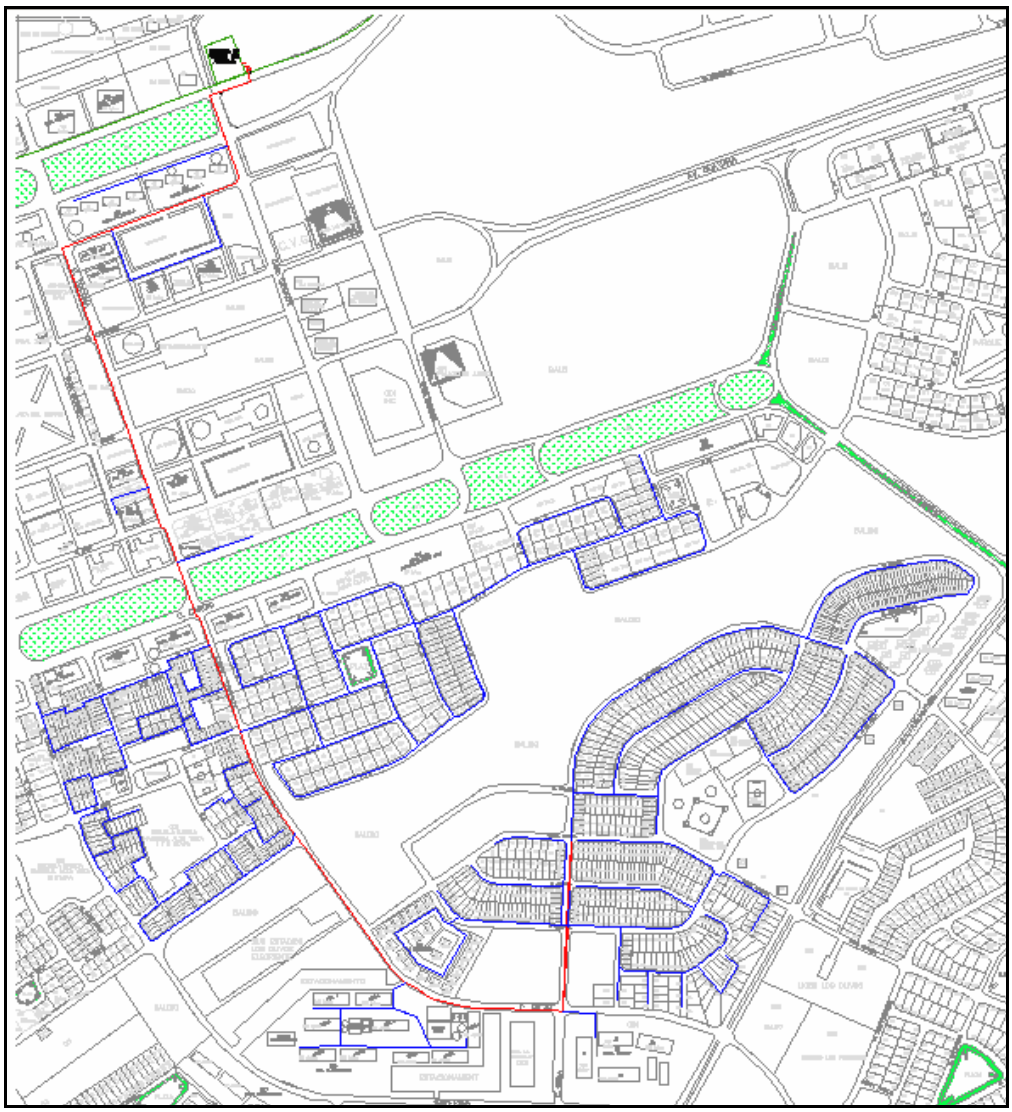


Figura 13 Red Universidad 2

Fuente: Propia

Estación 3- Universidad 3

La ubicación de la estación es la siguiente:

UD- 252: Avenida Las Américas, al lado de la Estación de Servicio Las Américas (ver Figura 14).

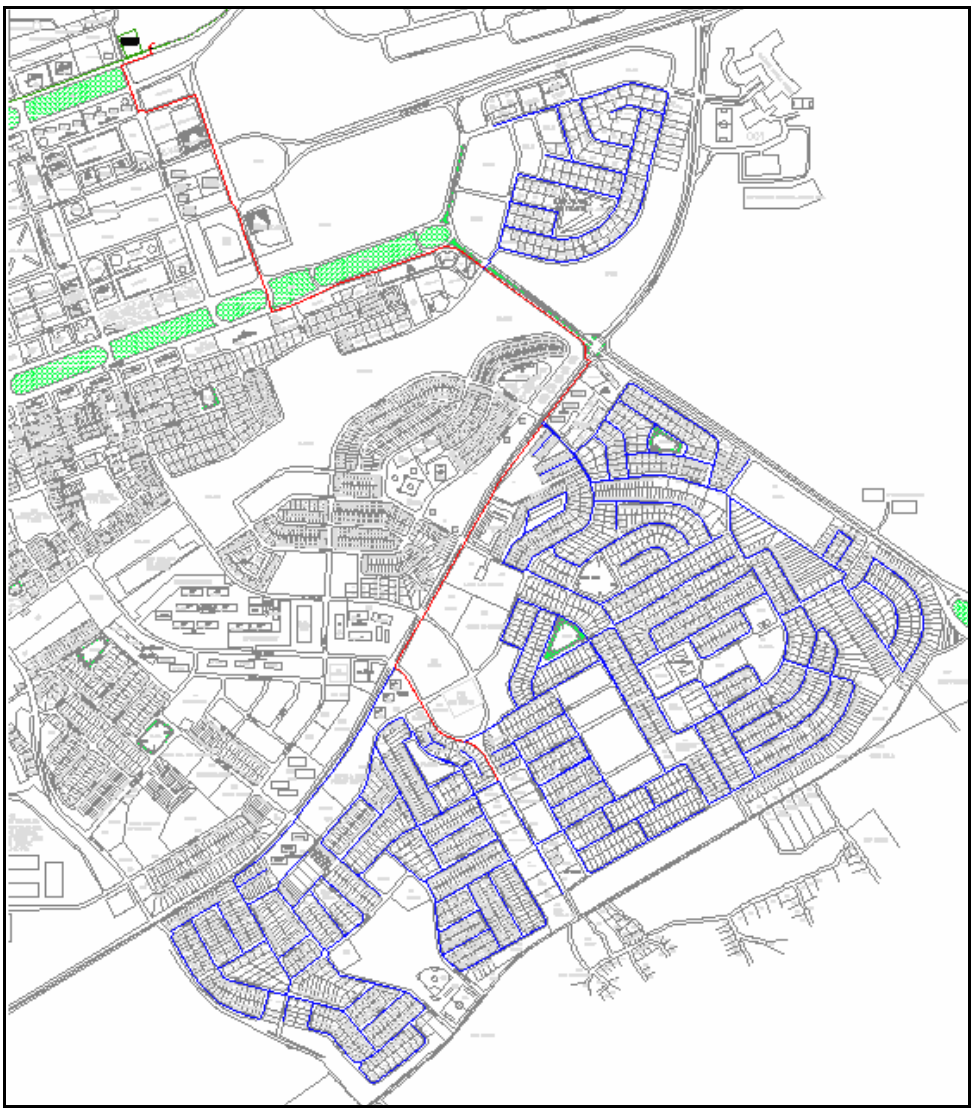


Figura 14 Red Universidad 3

Fuente: Propia

En el Apéndice C se presentan las tres redes y su ubicación física en el plano de la Parroquia Universidad.

3.2.2 Cálculo de la red

Para realizar los cálculos y verificación de la red se utilizó el programa Pipephase, el cual es un programa de simulación de redes de líquidos y/o gases. Se realizó la simulación de cada red tanto para el año 1 de funcionamiento como para el año 20. Para cada caso se fijaron tanto la presión de entrada como los consumos en cada uno de los ramales secundarios de la red, dejando que el programa calculara el flujo de entrada y las presiones en cada punto de consumo de la red. De esta forma se verifica que cada punto de consumo reciba el volumen de gas requerido a, por lo menos, 3,74 Kpa (0,54 Psig).

3.2.2.1 Red Universidad 1

A continuación se presentan los datos de entrada y los resultados de la simulación de la Red Universidad 1, tanto para el año 1 como para el año 20 de la misma:

Año 1

Tabla 10

Resumen de datos de entrada de Red Universidad 1

Presión de entrada	Psig	60
Consumo	(M^3/día)	4.613,33
Longitud de tubería 63mm	m	2.322
Longitud de tubería 32mm	m	15.396

Fuente: Propia

Al ingresar todos los datos de la red en el simulador, se obtuvo el siguiente diagrama (ver Figura 15):

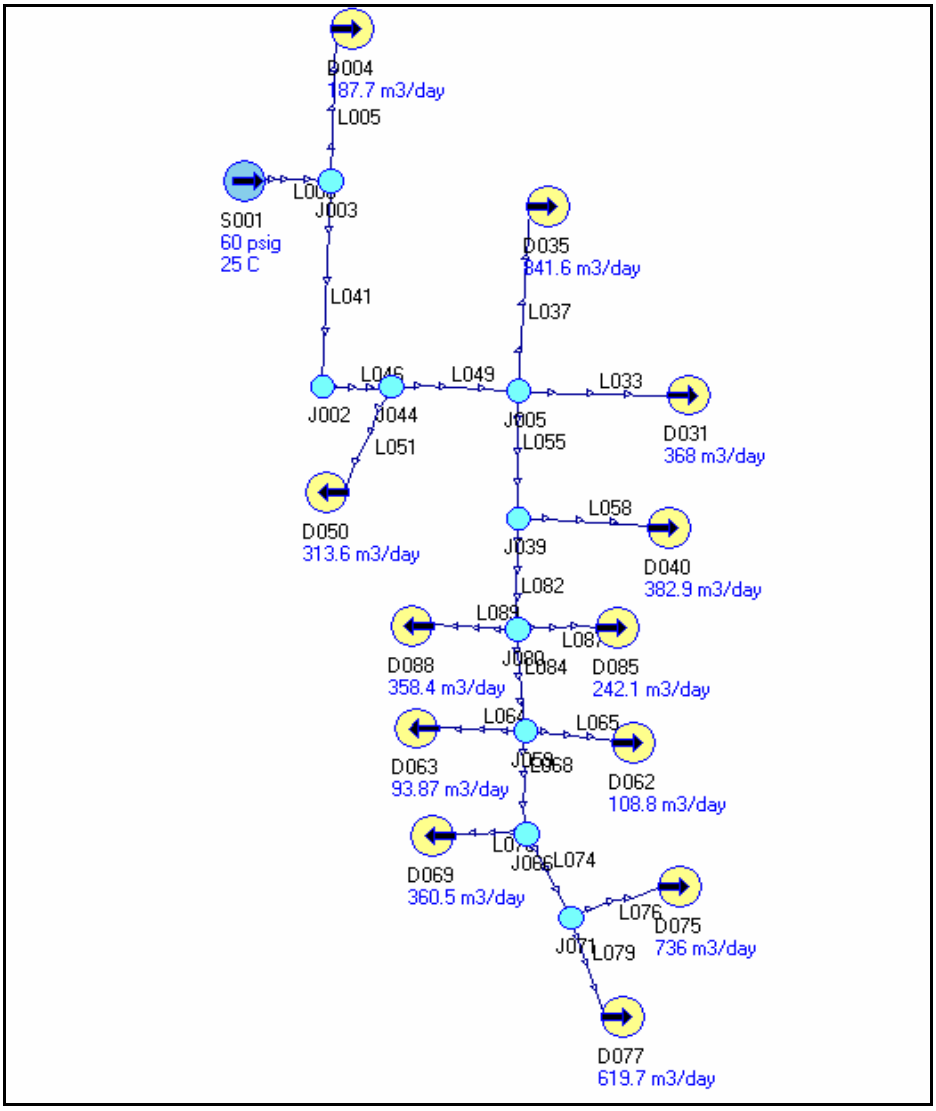


Figura 15 Simulación de Red Universidad 1- año 1

Fuente: Propia

Luego de realizar la simulación se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 11):

Tabla 11

Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 1-año 1

Node Summary - Base Case						
Nodo	**Presión**	**Temperatura**	**Gas GV consumo**	**N2**	**C02**	**H2S**
	PSIG	DEG C	M3/D	Vol Pct	Vol Pct	Vol Pct
J003	60.00	25.09	.000	0.80	0.40	.000
S001	60.00	25.00	4,613.327	0.80	0.40	.000
J005	59.65	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J002	59.88	26.63	.000	0.80	0.40	.000
J044	59.80	26.66	.000	0.80	0.40	.000
J039	59.47	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J059	59.29	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J066	59.26	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J071	59.21	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J080	59.34	26.67	.000	0.80	0.40	.000
D004	59.99	26.67	-187.730	0.80	0.40	.000
D031	59.51	26.67	-368.007	0.80	0.40	.000
D035	58.43	26.67	-841.608	0.80	0.40	.000
D050	59.74	26.67	-313.610	0.80	0.40	.000
D040	59.27	26.67	-382.930	0.80	0.40	.000
D063	59.27	26.67	-93.871	0.80	0.40	.000
D062	59.26	26.67	-108.799	0.80	0.40	.000
D069	59.09	26.67	-360.531	0.80	0.40	.000
D075	56.75	26.67	-735.986	0.80	0.40	.000
D077	57.36	26.67	-619.717	0.80	0.40	.000
D085	59.14	26.67	-242.130	0.80	0.40	.000
D088	58.91	26.67	-358.408	0.80	0.40	.000
Rates reported at standard conditions. Specified values are underlined.						

Fuente: Propia

Como se observa en la Tabla 11, todos los puntos de consumo reciben el volumen de gas requerido a una presión suficiente para operar el sistema en el primer año de operación.

Año 20

Tabla 12

Resumen de datos de entrada de Red Universidad 1- año 20

Presión de entrada	Psig	60
Consumo	(M^3/día)	10.842,23
Longitud de tubería 63mm	m	2.322
Longitud de tubería 32mm	m	15.396

Fuente: Propia

Al ingresar todos los datos de la red en el simulador, se obtuvo el siguiente diagrama (ver Figura 16):

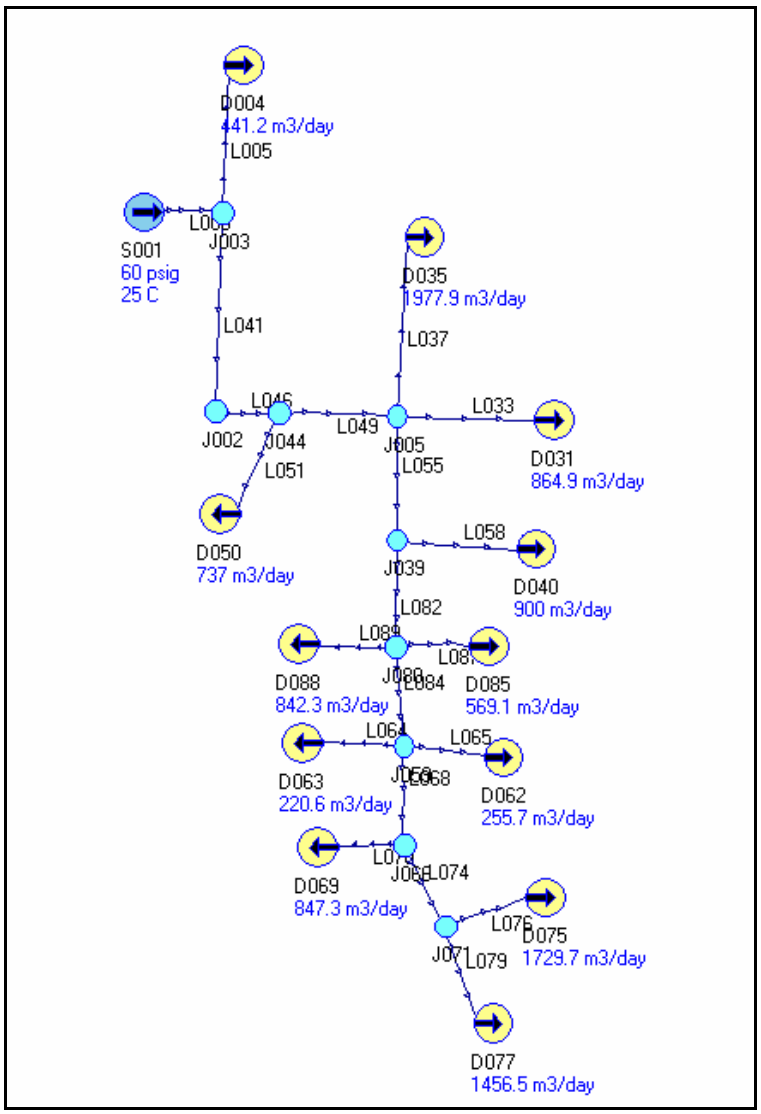


Figura 16 Simulación de Red Universidad 1- año 20

Fuente: Propia

Luego de realizar la simulación se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 13):

Tabla 13

Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 1-año 20

Node Summary - Base Case						
Nodo	**Presión**	**Temperatura**	**Gas GV consumo**	**N2**	**C02**	**H2S**
	PSIG	**DEG C**	**M3/D**	**Vol Pct**	**Vol Pct**	**Vol Pct**
J003	59.99	25.04	.000	0.80	0.40	.000
S001	60.00	25.00	10,842.231	0.80	0.40	.000
J005	58.32	26.65	.000	0.80	0.40	.000
J002	59.40	26.33	.000	0.80	0.40	.000
J044	59.05	26.53	.000	0.80	0.40	.000
J039	57.47	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J059	56.60	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J066	56.45	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J071	56.24	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J080	56.84	26.67	.000	0.80	0.40	.000
D004	59.96	26.67	-441.206	0.80	0.40	.000
D031	57.67	26.67	-864.913	0.80	0.40	.000
D035	52.41	26.67	-1,977.911	0.80	0.40	.000
D050	58.76	26.67	-737.005	0.80	0.40	.000
D040	56.53	26.67	-899.998	0.80	0.40	.000
D063	56.46	26.67	-220.600	0.80	0.40	.000
D062	56.39	26.67	-255.699	0.80	0.40	.000
D069	55.65	26.67	-847.300	0.80	0.40	.000
D075	43.54	26.67	-1,729.713	0.80	0.40	.000
D077	46.95	26.67	-1,456.511	0.80	0.40	.000
D085	55.95	26.67	-569.086	0.80	0.40	.000
D088	54.84	26.67	-842.288	0.80	0.40	.000
Rates reported at standard conditions. Specified values are underlined.						

Fuente: Propia

Como se observa en la Tabla 13, todos los puntos de consumo reciben el volumen de gas requerido a una presión suficiente para operar el sistema.

3.2.2.2 Red Universidad 2

A continuación se presentan los datos de entrada y los resultados de la simulación de la Red Universidad 2, tanto para el año 1 como para el año 20 de la misma:

Año 1

Tabla 14

Resumen de datos de entrada de Red Universidad 2- año 1

Presión de entrada	Psig	60
Consumo	(M^3/día)	4.767
Longitud de tubería 63mm	m	2.414
Longitud de tubería 32mm	m	13.474

Fuente: Propia

Al ingresar todos los datos de la red en el simulador, se obtuvo el siguiente diagrama (ver Figura 17):

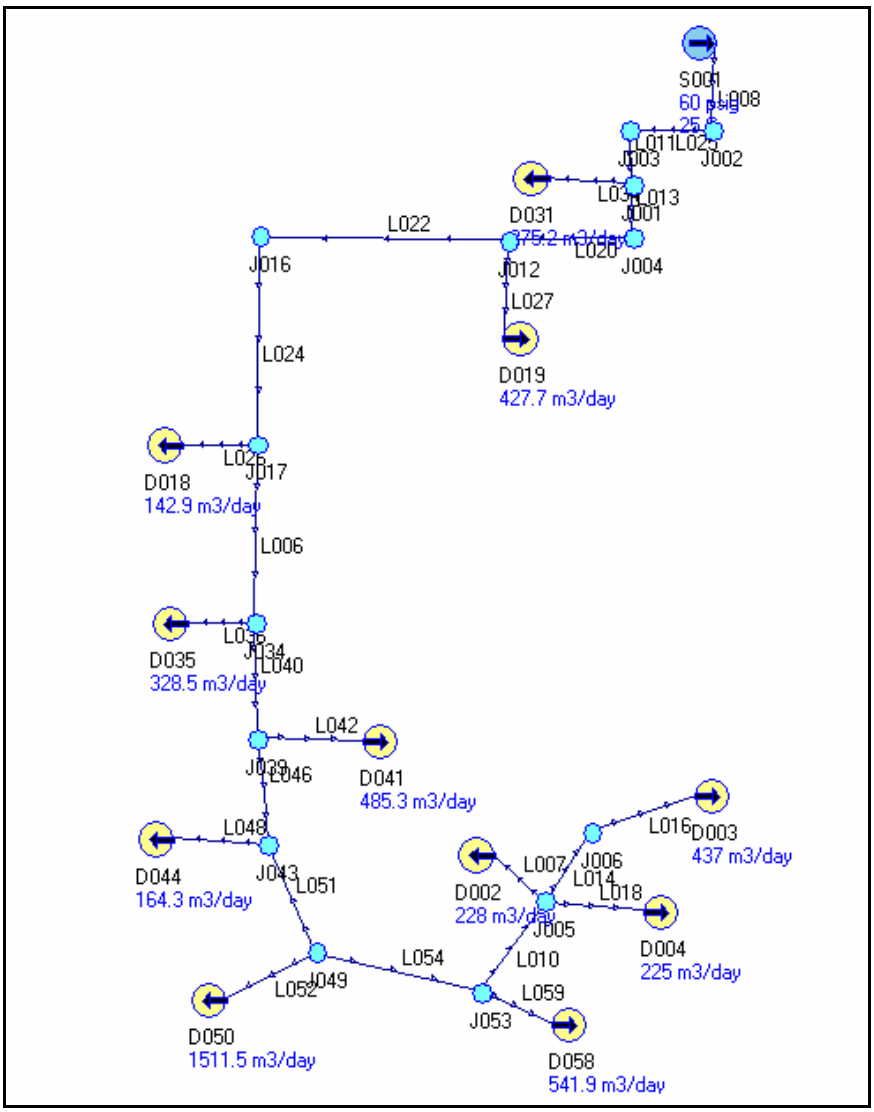


Figura 17 Simulación de Red Universidad 2- año 1

Fuente: Propia

Luego de realizar la simulación se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 15):

Tabla 15

Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 2-año 1

Node Summary - Base Case						
Nodo	Presión	Temperatura	Gas GV consumo	N2	C02	H2S
	PSIG	DEG C	M3/D	Vol Pct	Vol Pct	Vol Pct
J017	59.29	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J005	58.79	26.67	.000	0.80	0.40	.000
S001	60.00	25.00	4,767.321	0.80	0.40	.000
J053	58.80	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J003	59.92	26.43	.000	0.80	0.40	.000
J001	59.84	26.63	.000	0.80	0.40	.000
J006	58.79	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J004	59.79	26.66	.000	0.80	0.40	.000
J012	59.74	26.66	.000	0.80	0.40	.000
J016	59.57	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J002	59.99	25.56	.000	0.80	0.40	.000
J034	59.11	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J039	59.03	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J043	58.94	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J049	58.83	26.67	.000	0.80	0.40	.000
D002	58.68	26.67	-228.000	0.80	0.40	.000
D003	57.80	26.67	-436.987	0.80	0.40	.000
D004	58.62	26.67	-225.001	0.80	0.40	.000
D018	59.28	26.67	-142.930	0.80	0.40	.000
D019	59.63	26.67	-427.728	0.80	0.40	.000
D031	59.80	26.67	-275.201	0.80	0.40	.000
D035	58.78	26.67	-328.533	0.80	0.40	.000
D041	57.51	26.67	-485.324	0.80	0.40	.000
D044	58.84	26.67	-164.269	0.80	0.40	.000
D050	56.87	26.67	-1,511.474	0.80	0.40	.000
D058	58.75	26.67	-541.873	0.80	0.40	.000
Rates reported at standard conditions. Specified values are underlined.						

Fuente: Propia

Como se observa en la Tabla 15, todos los puntos de consumo reciben el volumen de gas requerido a una presión suficiente para operar el sistema en el primer año de operación.

Año 20

Tabla 16

Resumen de datos de entrada de Red Universidad 2- año 20

Presión de entrada	Psig	60
Consumo	(M^3/día)	11.205
Longitud de tubería 63mm	m	2.414
Longitud de tubería 32mm	m	13.474

Fuente: Propia

Al ingresar todos los datos de la red en el simulador, se obtuvo el siguiente diagrama (ver Figura 18):

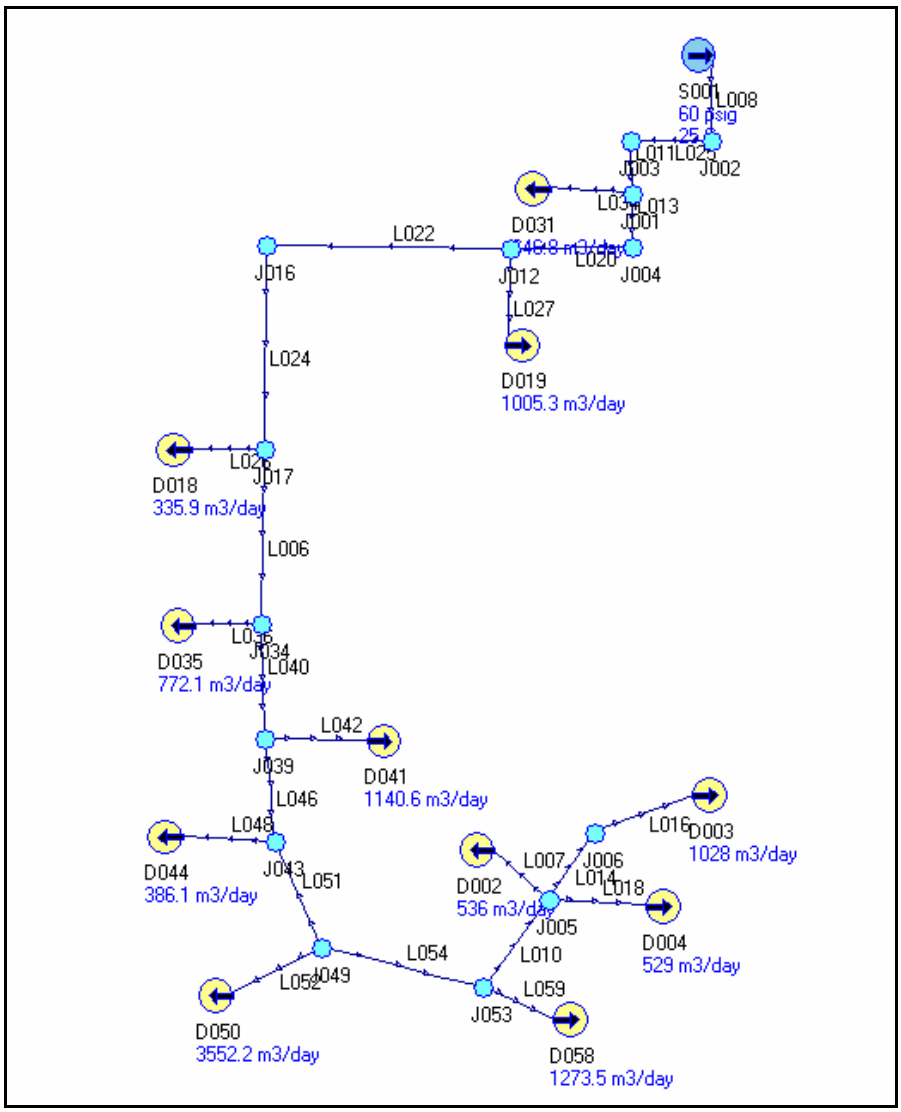


Figura 18 Simulación de Red Universidad 2- año 20

Fuente: Propia

Luego de realizar la simulación se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 17):

Tabla 17

Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 2-año 20

Node Summary - Base Case						
Nodo	**Presión**	**Temperatura**	**Gas GV consumo**	**N2**	**C02**	**H2S**
	PSIG	DEG C	M3/D	Vol Pct	Vol Pct	Vol Pct
J017	56.58	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J005	54.13	26.67	.000	0.80	0.40	.000
S001	60.00	25.00	11,205.359	0.80	0.40	.000
J053	54.16	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J003	59.62	25.94	.000	0.80	0.40	.000
J001	59.24	26.34	.000	0.80	0.40	.000
J006	54.12	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J004	58.99	26.49	.000	0.80	0.40	.000
J012	58.77	26.57	.000	0.80	0.40	.000
J016	57.96	26.66	.000	0.80	0.40	.000
J002	59.92	25.27	.000	0.80	0.40	.000
J034	55.69	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J039	55.29	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J043	54.89	26.67	.000	0.80	0.40	.000
J049	54.30	26.67	.000	0.80	0.40	.000
D002	53.60	26.67	-536.012	0.80	0.40	.000
D003	49.22	26.67	-1,027.990	0.80	0.40	.000
D004	53.32	26.67	-528.989	0.80	0.40	.000
D018	56.56	26.67	-335.896	0.80	0.40	.000
D019	58.26	26.67	-1,005.309	0.80	0.40	.000
D031	59.06	26.67	-646.788	0.80	0.40	.000
D035	54.16	26.67	-772.090	0.80	0.40	.000
D041	47.73	26.67	-1,140.607	0.80	0.40	.000
D044	54.43	26.67	-386.102	0.80	0.40	.000
D050	43.82	26.67	-3,552.079	0.80	0.40	.000
D058	53.94	26.67	-1,273.498	0.80	0.40	.000
Rates reported at standard conditions. Specified values are underlined.						

Fuente: Propia

Como se observa en la Tabla 17, todos los puntos de consumo reciben el volumen de gas requerido a una presión suficiente para operar el sistema.

3.2.2.3 Red Universidad 3

A continuación se presentan los datos de entrada y los resultados de la simulación de la Red Universidad 3, tanto para el año 1 como para el año 20 de la misma:

Año 1

Tabla 18

Resumen de datos de entrada de Red Universidad 3- año 1

Presión de entrada	Psig	60
Consumo	(m^3/día)	3.412
Longitud de tubería 63mm	m	3.563
Longitud de tubería 32mm	m	33.336

Fuente: Propia

Al ingresar todos los datos de la red en el simulador, se obtuvo el siguiente diagrama (ver Figura 19):

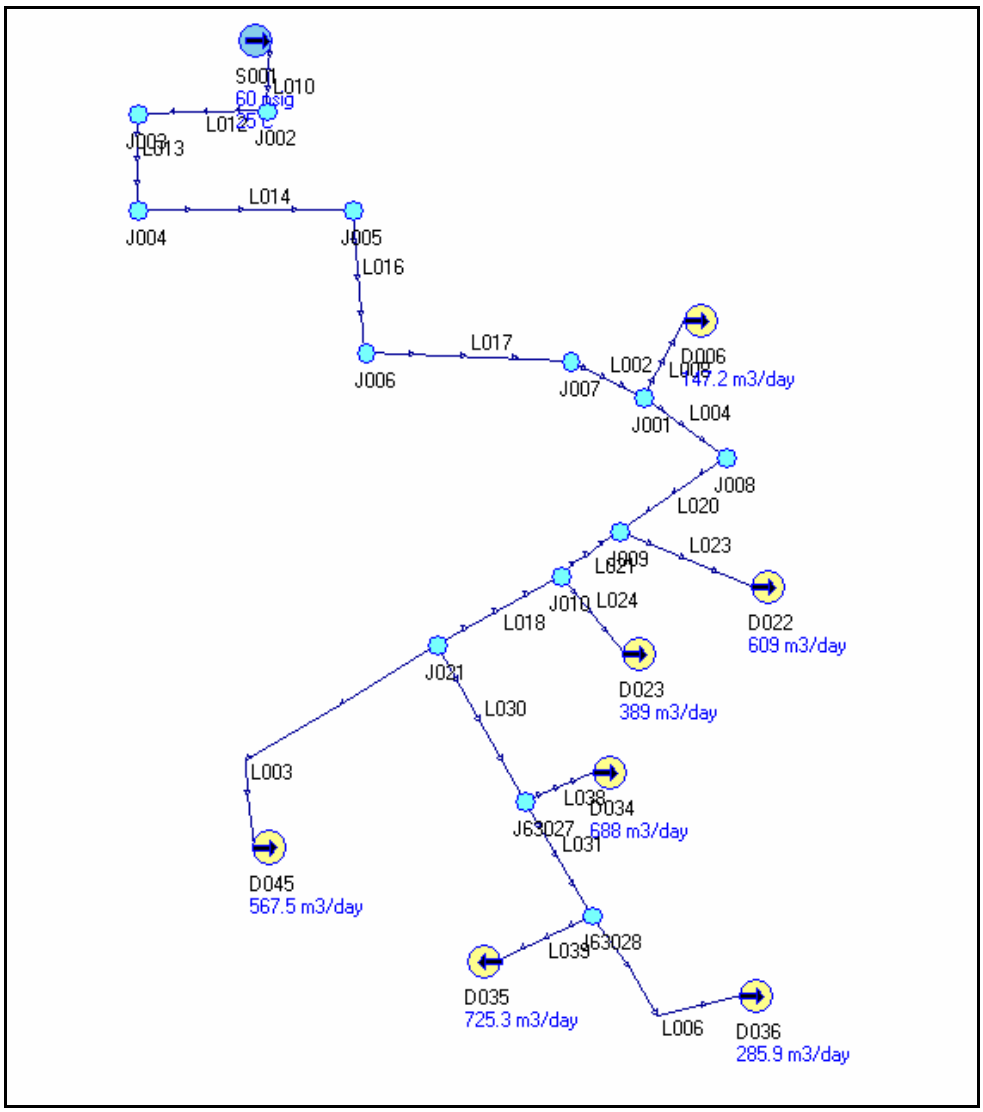


Figura 19 Simulación de Red Universidad 3- año 1

Fuente: Propia

Luego de realizar la simulación se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 19):

Tabla 19

Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 3-año 1

Node Summary - Base Case						
Nodo	**Presión**	**Temperatura**	**Gas GV consumo**	**N2**	**C02**	**H2S**
	PSIG	**DEG C**	**M3/D**	**Vol Pct**	**Vol Pct**	**Vol Pct**
J007	59.19	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J021	58.65	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J001	59.14	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J63028	58.60	26.67	.000	0.80	0.80	.000
S001	60.00	25.00	3,411.862	0.80	0.80	.000
J002	59.99	25.72	.000	0.80	0.80	.000
J003	59.95	26.60	.000	0.80	0.80	.000
J004	59.88	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J005	59.80	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J006	59.47	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J008	58.95	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J010	58.85	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J009	58.85	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J63027	58.61	26.67	.000	0.80	0.80	.000
D045	55.08	26.67	-567.472	0.80	0.80	.000
D036	58.06	26.67	-285.860	0.80	0.80	.000
D006	58.96	26.67	-147.200	0.80	0.80	.000
D022	55.97	26.67	-609.013	0.80	0.80	.000
D023	57.87	26.67	-388.990	0.80	0.80	.000
D034	52.96	26.67	-687.989	0.80	0.80	.000
D035	54.06	26.67	-725.339	0.80	0.80	.000
Rates reported at standard conditions. Specified values are underlined.						

Fuente: Propia

Como se observa en la Tabla 19, todos los puntos de consumo reciben el volumen de gas requerido a una presión suficiente para operar el sistema en el primer año de operación.

Año 20

Tabla 20

Resumen de datos de entrada de Red Universidad 3- año 20

Presión de entrada	Psig	60
Consumo	(M^3/día)	8.019
Longitud de tubería 63mm	m	3.563
Longitud de tubería 32mm	m	33.336

Fuente: Propia

Al ingresar todos los datos de la red en el simulador, se obtuvo el siguiente diagrama (ver Figura 20):

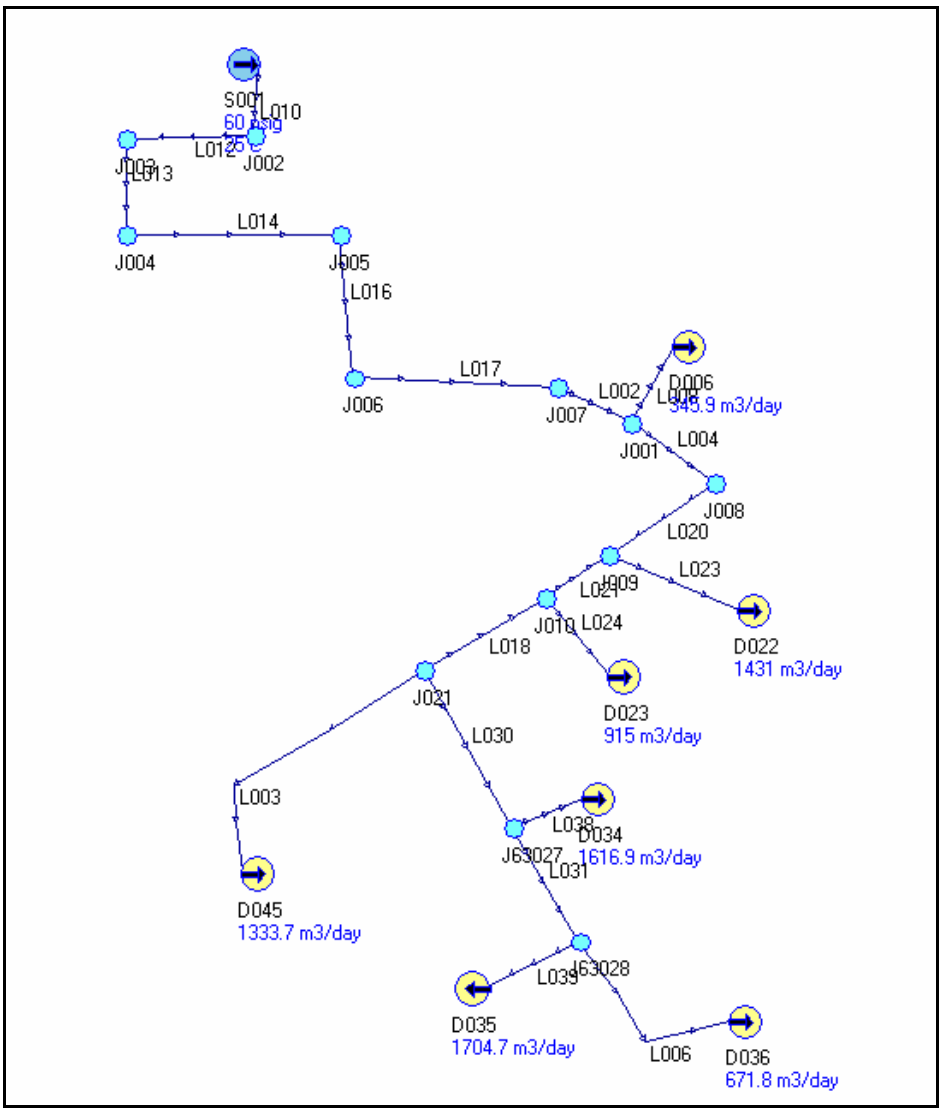


Figura 20 Simulación de Red Universidad 3- año 20

Fuente: Propia

Luego de realizar la simulación se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 21):

Tabla 21

Análisis de los puntos de suministro y consumo de gas en red Universidad 3-año 20

Node Summary - Base Case						
Nodo	**Presión**	**Temperatura**	**Gas GV consumo**	**N2**	**C02**	**H2S**
	PSIG	DEG C	M3/D	Vol Pct	Vol Pct	Vol Pct
J007	56.11	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J021	53.49	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J001	55.90	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J63028	53.23	26.67	.000	0.80	0.80	.000
S001	60.00	25.00	8,018.993	0.80	0.80	.000
J002	59.96	25.36	.000	0.80	0.80	.000
J003	59.75	26.26	.000	0.80	0.80	.000
J004	59.42	26.60	.000	0.80	0.80	.000
J005	59.02	26.66	.000	0.80	0.80	.000
J006	57.49	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J008	54.96	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J010	54.45	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J009	54.45	26.67	.000	0.80	0.80	.000
J63027	53.27	26.67	.000	0.80	0.80	.000
D045	33.51	26.67	-1,333.700	0.80	0.80	.000
D036	50.60	26.67	-671.791	0.80	0.80	.000
D006	55.05	26.67	-345.892	0.80	0.80	.000
D022	39.07	26.67	-1,430.997	0.80	0.80	.000
D023	49.63	26.67	-915.006	0.80	0.80	.000
D034	16.40	26.67	-1,616.898	0.80	0.80	.000
D035	25.96	26.67	-1,704.709	0.80	0.80	.000
Rates reported at standard conditions. Specified values are underlined.						

Fuente: Propia

Como se observa en la Tabla 21, todos los puntos de consumo reciben el volumen de gas requerido a una presión suficiente para operar el sistema.

3.2.3 Especificaciones técnicas

3.2.3.1 Construcción e instalación de las estaciones de regulación (E.R.)

Estas se construirán Aguas Abajo a la estación de regulación primaria de PDVSA Gas, dicha partida incluye el suministro y colocación de la tubería necesaria de acero soldada, soportes de estación, instalación del regulador y medidor primario de la empresa distribuidora, válvulas de control y de alivio, suministro e instalación de manómetros. En general todos los materiales, fiscalización, mano de obra y equipos necesarios para construir e instalar la estación será contemplado en esta partida.

3.2.3.2 Tuberías, válvulas, equipos y accesorios

Todos los materiales deberán ser nuevos, sin uso, de manufactura corriente de alta calidad y libre de todo desperfecto e imperfecciones que afecten su funcionamiento. Los materiales dañados o dudosos no se instalarán, retirándolos inmediatamente del sitio de la obra y reemplazándolos por material adecuado.

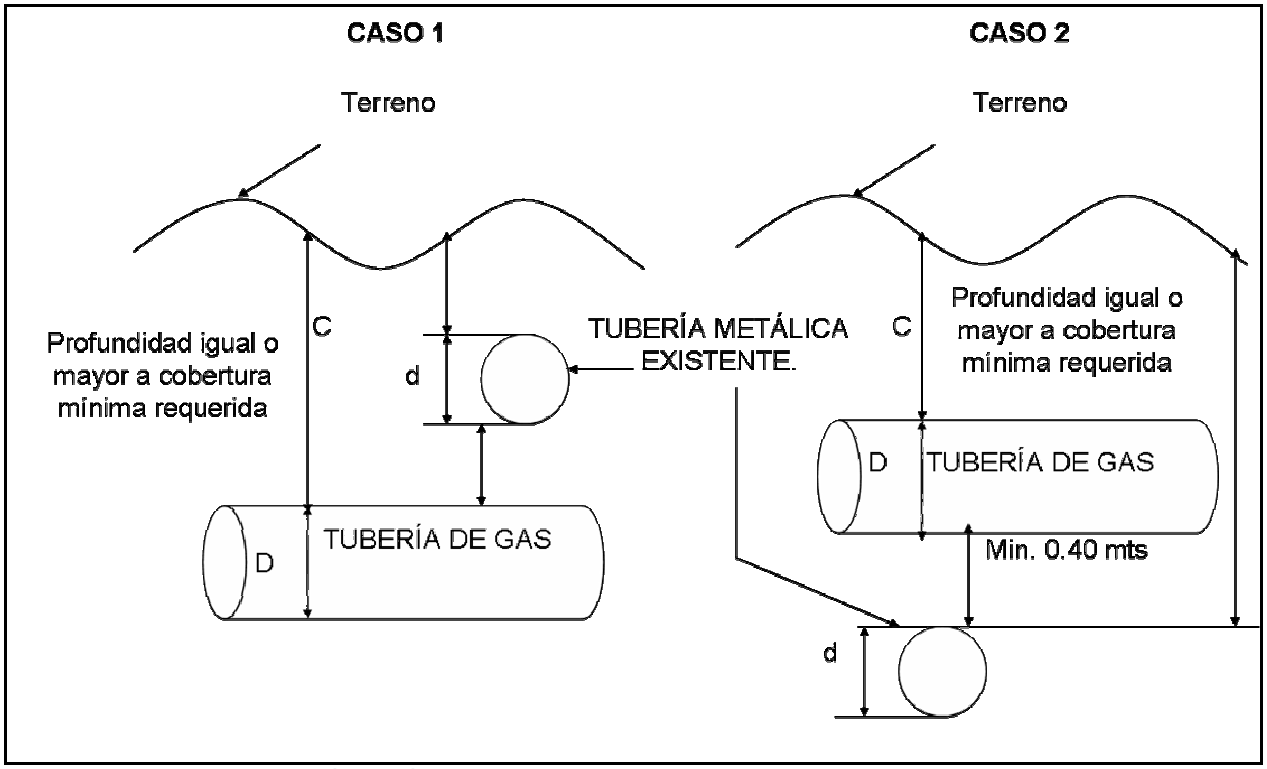
Esta partida incluye el Suministro, Transporte y colocación en el sitio de trabajo de las tuberías, accesorios para tubería, materiales, conexiones y equipos necesarios para la ejecución de la obra según los planos y especificaciones del proyecto. En el caso de tuberías PEAD, estas deben llevar incorporado el cable espía, el cual facilitará la ubicación de la tubería enterrado en el caso de reparaciones futuras.

3.2.3.3 Tubería enterrada

En esta se contempla la preparación del terreno en la ruta de la tubería, suministro de accesorios, así como la tubería y accesorios necesaria para el acondicionamiento de la red de distribución de gas hasta cada usuario.

3.2.3.4 Nivelación, replanteo y preparación de la ruta de la tubería

El trabajo requerido bajo esta especificación incluye toda la mano de obra, materiales, equipos y servicios necesarios e incidentales para el replanteo en sitio de la obra a ejecutar, así como la detección de servicios y el acondicionamiento del terreno para permitir las operaciones necesarias para la instalación de la tubería como de la estación: limpieza, soldadura y tendido de la tubería, apertura, relleno y compactación de la zanja, y permitiendo posteriormente el acceso para la operación y mantenimiento de las instalaciones, dejando adecuados taludes, drenajes y pendientes en la ruta establecida (ver Figura 21).



P = Profundidad de la tubería metálica existente

Figura 21 Separación de la tubería de gas con respecto a otro servicio

Fuente: Propia

3.2.3.5 Apertura de zanjas

El trabajo requerido bajo esta especificación consiste en la apertura de zanjas de dimensiones apropiadas y con nivelación adecuada para recibir la tubería, todo de acuerdo con los planos, hojas técnicas y especificaciones del proyecto. El trabajo incluye el cruce con otras tuberías, bancadas eléctricas, cruce de alcantarillas, canales y torrenteras, de cualquier obstáculo que se encuentre en la ruta; así como el drenaje, achicamiento y protección de las excavaciones, disposición y bote del material extraído. La apertura se realizará con equipos de perforación dirigida cuya ruta estará señalada en los planos.

La partida incluye el replanteo, excavación, clasificación de la tierra de excavación, protección de la zanja de la acción hidráulica de la lluvia y de los derrumbes, transporte de la tierra de excavación no apta para el relleno.

3.2.3.6 Características de las zanjas

La zanja terminada deberá estar libre de raíces, terrones duros, roca suelta u otros materiales duros. Cuando se atraviese terreno rocoso, la zanja tendrá un incremento de profundidad en 15cm a la especificada según norma ASME / ANSI B 38.1.

La excavación se efectuará con máquinas de perforación dirigida, no obstante, en aquellas zonas donde estas maquinarias puedan dañar árboles, fundaciones y tuberías o ductos de otros servicios, la excavación deberá efectuarse a mano (ver Figura 22).

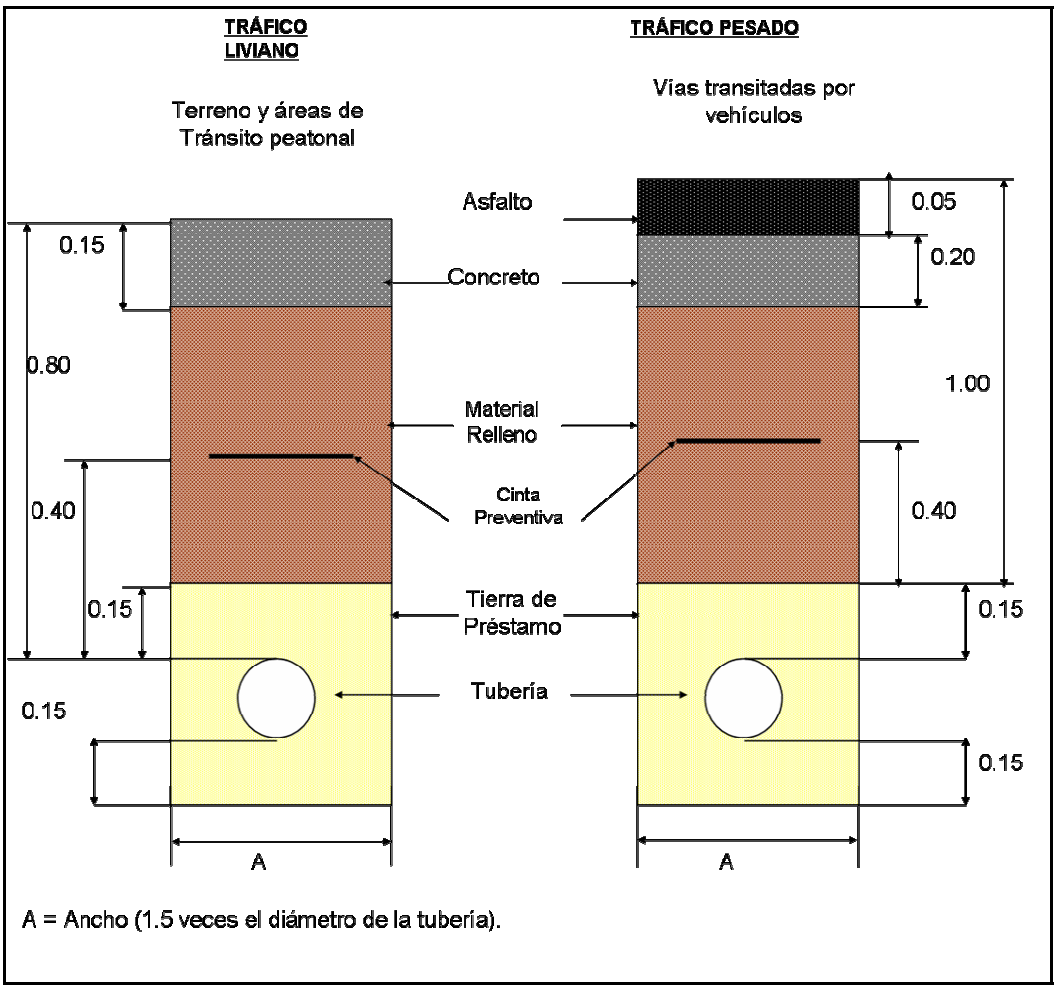


Figura 22 Especificaciones de construcción de zanjas

Fuente: Propia

3.2.3.7 Instalación de tubería PEAD enterrada

El trabajo a ejecutar consiste en el tendido, dobladura, alineación de la tubería para ajustarla al fondo de la zanja, debe estar soportada en un colchón de arena no menor a 10cm, el soporte de la tubería fuera de la zanja debe ser sobre durmientes de madera, limpieza exterior e interior previa al tendido, preparación y limpieza de los biseles, soldadura térmica de la tubería y accesorios (codos, tees y reducciones), sellado provisional de los extremos de las secciones de tubería y remoción posterior de dichos sellos para efectuar soldadura de las juntas PEAD.

Adicionalmente incluyen las actividades de inspección radiográfica del 100% de las soldaduras en la EMP y transiciones de acero a PEAD.

También está incluido en el alcance de la partida la soldadura e inspección radiográfica de las tuberías y accesorios a instalar dentro de las tanquillas, así como la preparación de la superficie hasta un acabado "gris comercial" y la inmediata pintura con fondo epóxico y acabado en aluminio difuso.

Esta partida se divide en dos sub-partidas, que son:

- Instalación de tubería PEAD N-5 con soldadura de tope a tope, encaje o electrofusión según sea el caso.
- Instalación de tubería Acero y PEAD de 2” hasta 8” (63mm–200mm) en cruce de alcantarillas, canales de drenaje, puentes, cruce de vías se utilizarán equipos de perforación horizontal o perforación direccional según la aplicación"

3.2.3.8 Instalación de válvulas

El propósito de este trabajo es la instalación de las válvulas de bloqueo intermedio en ramales y derivaciones, y las válvulas de derivación para clientes, las cuales quedarán en forma subterránea protegidas por tanquillas telescópicas de polietileno, las cuales deben tener la nivelación establecida en las especificaciones, colocando las base de las mismas sobre una base de concreto pobre de no menos de 10cm de espesor.

3.2.3.9 Relleno y compactación de zanja

El relleno, en aquellos puntos donde la zanja se encuentre con piedras o material duro, deberá comenzarse con un acolchonamiento de material de préstamo de 15 centímetros de espesor sobre y por debajo del tubo, después de lo cual podrá utilizarse

cualquier material apto libre de piedras y objetos que puedan dañar el revestimiento (en caso de tubería metaliza o accesorios de conexiones PEAD-AC) y afectar la calidad de la compactación. El suministro del material de préstamo se pagará de acuerdo a la partida de "suministro de tierra de préstamo".

3.2.3.10 Suministro e instalación de placa de identificación

Dicha placa es de hierro galvanizado de 2 mm de espesor y se fijará al concreto o asfalto, mediante 2 pernos Hilti, estos serán del tipo DS-37-PIO para el concreto y del tipo DS-97-PIO para el asfalto.

En el alcance de esta partida se contempla la colocación de las placas de identificación con una separación máxima entre ellas de 15 metros cuando el tramo del ramal sea en línea recta y de 4 metros en cruces de vías o en tramos curvos del ramal.

Será responsabilidad del distribuidor la correcta fijación de las placas. Las placas de identificación serán suministradas por el distribuidor.

3.2.3.11 Pruebas neumáticas, de operación y puesta en servicio

La prueba se realizará con aire comprimido o gas inerte consiste llevar el fluido a la presión de ensayo y comprobar la ausencia de fugas. El ensayo se realiza sobre el conjunto de las instalaciones (tuberías, accesorios, válvulas, reguladores, equipos de control garantizados por los fabricantes y que soporten la presión de prueba). Esta pruebe debe permanecer instalada como mínimo 24 horas.

La prueba de operación y puesta en servicio se realizará después de realizar todos los ensayos. El trabajo consiste en pulgar con gas metano la red, a fin de expulsar completamente el aire o gas inerte contenido en la línea, de modo que quede la línea de gas en disposición del servicio, sin peligro de mezclas explosivas. Seguidamente, se calibrarán los reguladores y se efectuará un ensayo de operación de

la instalación, con el fin de comprobar que las prefijadas, y que todos los equipos de regulación, control, etc., funcionan perfectamente.

El trabajo requerido por esta partida incluye el suministro de todos los materiales y equipos, mano de obra, supervisión y servicios necesarios e incidentes para realizar las pruebas y limpiezas en toda la instalación considerada.

3.2.3.12 Certificación de calibración y prueba de hermeticidad

El medidor de caudal y el registrador de presión deberán ser debidamente calibrados por el proveedor del equipo.

La válvula de alivio deberá ser ajustada a 60 Psig para proteger el equipo de medición y certificada según los requerimientos y especificaciones del distribuidor. La hermeticidad de las válvulas deberá ser aprobada por las especificaciones del distribuidor, y el inspector certificará la aceptación del sello de las mismas según las normas y especificaciones del proyecto.

3.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico permitirá al inversionista tomar la decisión final de ejecutar la inversión planteada para la construcción de la red domestica de distribución de gas natural en la Parroquia Universidad de la ciudad de Puerto Ordaz.

Esta evaluación fue realizada como un flujo de caja proyectado en un periodo de 20 años, donde sus elementos principales son:

- Datos preliminares del desarrollo del proyecto.
- Distribución de las inversiones según el desarrollo del proyecto.
- Ingresos del proyecto.

- Costos fijos y variables.
- Flujo neto de efectivo.

Así mismo, permitió evaluar las condiciones indispensables para calcular la tasa interna de retorno del proyecto y, como un elemento adicional, el cálculo del valor presente neto.

3.3.1 Condiciones de la evaluación

Con el objetivo de simular condiciones estables y por no poder predecir la variable inflación, la evaluación se ha realizado en Dólares Americanos ($) a su paridad cambiaria actual de 2.150 Bs. por $.

Adicionalmente, las bases utilizadas para la evaluación económica son:

- Horizonte económico: 20 años.
- Tasa de descuento del VPN o TMAR: 15%.
- Impuesto sobre la renta: 34%.
- Precio del gas natural: según Gaceta Oficial Nº 38.378.
- Tarifas de transporte y distribución: según Gaceta Oficial Nº 38.386.

Es importante acotar que aún cuando las Gacetas Oficiales 38.378 y 38.386, referidas al precio y tarifas del gas natural respectivamente, presentan formulas para el cálculo de nuevos precios y tarifas para cada año no contemplado en dichas gacetas, las mismas se basan en la variación de la tasa referencial de compra del bolívar con respecto al dólar de los Estados Unidos de Norteamérica. Puesto que el gobierno de la República Bolivariana de Venezuela mantiene una política de control cambiario, la aplicación de las fórmulas antes mencionadas es irrelevante. Por lo tanto, el autor asumió la tasa de incremento de las diferentes tarifas y precio de los dos últimos años

presentados en las gacetas oficiales 38.378 y 38.386; obteniendo los siguientes resultados (ver Tablas 22 y 23):

Tabla 22

Precios y tarifas aplicados en Bs.

Costo Gas centro Anaco Bs/MC	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Domestico	17,908	19,124	20,421	21,806	23,285	24,864	26,550	28,351	30,274	32,327
Transporte de Gas Anaco-Pto Ordaz	3,783	4,540	5,298	6,183	7,215	8,419	9,825	11,465	13,380	15,614
Distribución Industrial	2,069	2,277	2,506	2,758	3,035	3,340	3,676	4,046	4,452	4,900
Distribución Domestica	151,691	174,505	200,750	230,943	265,676	305,633	351,599	404,479	465,312	535,294
Tarifa a Aplicar										
Domestico	175,451	200,446	228,975	261,689	299,211	342,257	391,651	448,341	513,418	588,134

Costo Gas centro Anaco Bs/MC	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Domestico	34,519	36,861	39,360	42,030	44,880	47,924	51,174	54,645	58,351	62,309	66,534
Transporte de Gas Anaco-Pto Ordaz	18,221	21,263	24,813	28,955	33,790	39,431	46,015	53,697	62,663	73,125	85,334
Distribución Industrial	5,392	5,935	6,531	7,188	7,910	8,706	9,581	10,544	11,604	12,771	14,054
Distribución Domestica	615,801	708,416	814,960	937,529	1078,531	1240,740	1427,344	1642,014	1888,969	2173,066	2499,891
Tarifa a Aplicar											
Domestico	673,933	772,474	885,665	1.015,702	1.165,112	1.336,801	1.534,114	1.760,900	2.021,587	2.321,270	2.665,813

Fuente: Propia

Tabla 23

Precios y tarifas aplicados en $

Costo Gas Centro Anaco	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Domestico	0,0083	0,0089	0,0095	0,0101	0,0108	0,0116	0,0123	0,0132	0,0141	0,0150
Transporte de Gas Anaco-Pto Ordaz	0,0018	0,0021	0,0025	0,0029	0,0034	0,0039	0,0046	0,0053	0,0062	0,0073
Distribución Industrial	0,0010	0,0011	0,0012	0,0013	0,0014	0,0016	0,0017	0,0019	0,0021	0,0023
Distribución Domestica	0,0706	0,0812	0,0934	0,1074	0,1236	0,1422	0,1635	0,1881	0,2164	0,2490
Tarifa a Aplicar										
Doméstico	0,0816	0,0932	0,1065	0,1217	0,1392	0,1592	0,1822	0,2085	0,2388	0,2736

Costo Gas Centro Anaco	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Domestico	0,0161	0,0171	0,0183	0,0195	0,0209	0,0223	0,0238	0,0254	0,0271	0,0290	0,0309
Transporte de Gas Anaco-Pto Ordaz	0,0085	0,0099	0,0115	0,0135	0,0157	0,0183	0,0214	0,0250	0,0291	0,0340	0,0397
Distribución Industrial	0,0025	0,0028	0,0030	0,0033	0,0037	0,0040	0,0045	0,0049	0,0054	0,0059	0,0065
Distribución Domestica	0,2864	0,3295	0,3791	0,4361	0,5016	0,5771	0,6639	0,7637	0,8786	1,0107	1,1627
Tarifa a Aplicar											
Doméstico	0,3135	0,3593	0,4119	0,4724	0,5419	0,6218	0,7135	0,8190	0,9403	1,0797	1,2399

Fuente: Propia

- En cuanto al consumo se consideró un 99 % de los clientes domésticos con consumo de 32 m^3/mes y el resto con estimaciones de 100 m^3/mes, a los cuales se les instalará medidor y se facturará de acuerdo a lo consumido.

- Se estableció un cobro por derecho de incorporación a la red de gas. Las tarifas se presentan a continuación (ver Tabla 24):

Tabla 24

Tarifas de derecho de incorporación

Tipo de vivienda	$
Unifamiliares	100
Multifamiliares	70

Fuente: Propia

- Se estima que se realizará corte y reconexión del servicio al 5% de los clientes y se cobrará un importe de 30$ cada vez que alguno incurra en ello.
- Se estima que el venteo o pérdida en operaciones es de 10%.
- Las hojas de cálculo presentadas, corresponden a 100% de la inversión estimada, 100% de las tarifas y 100% de los derechos de incorporación.

3.3.2 Programa de inversiones

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la nueva red de distribución, incluyendo el capital de trabajo que fue tomado en cuenta para varios factores, principalmente el empaquetamiento de la red con gas metano.

Se incluyen en esta inversión los gastos tangibles o fijos, equipos de computación, mobiliario, vehículos de transporte. Por otro lado, se incluyen los gastos preoperativos, de instalación y puesta en marcha, contratos de servicio (electricidad, teléfono, agua y servicios notariales, estudios administrativos y de ingeniería, entre otros).

De la misma forma, en el activo principal (Red de Distribución de Gas Metano) se tomaron en cuenta en primer lugar los gastos referente a la inversión total en tuberías, costos de los accesorios en toda la red y el costo de la estación de regulación y medición, en segundo lugar los gastos por construcción.

A continuación se presenta el programa de inversiones (ver Tabla 25):

Tabla 25

Programa de inversiones

PROYECTO RED GAS DOMESTICO -UNIVERSIDAD- PUERTO ORDAZ							
PROGRAMA INVERSIONES (US $)	**Dep.**	**0**	**1**	**2**	**10**	**15**	**20**
COSTO DEL PROYECTO		13.000	13.000				
SISTEMAS Y EQUIPOS	5	28.660	28.660				
EQUIPOS DE CONSTRUCCION	10	129.070	129.070				
EQUIPOS VARIOS MANTENIMIENTO	5	10.000	10.000				
INVERSION EN BIENES MUEBLES	5	1.507	1.507				
VEHICULOS Y HERRAMIENTAS	5	34.884	34.884				
PUBLICIDAD Y MERCADEO	5	5.000	15.000	15.000	5.000	5.000	5.000
COSTO PREOPERATIVO	10	20.000					
CONSTRUCCION RED							
Estaciones		57.000	-	-	-	-	-
Ø 63 mm ML		165.309	165.309	-	-	-	-
Ø 32 mm ML		1.085.731	1.085.731	-	-	-	-
Válvulas		34.936	35.655	-	-	-	-
Ø 63 mm ML		-	-	-	-	-	-
Ø 32 mm ML		-	392.394	403.547	85.239	106.733	133.646
Válvulas de seccionamiento		240	240	-	-	-	-
Suministro de medidores		-	13.841	14.477	4.866	6.093	7.629
TOTAL RED		**1.356.216**	**1.706.170**	**418.024**	**90.105**	**112.826**	**141.275**
TOTAL ACUMULADO RED		**1.356.216**	**3.062.386**	**3.480.410**	**5.064.103**	**5.580.748**	**6.227.669**
TOTAL GASTOS VARIOS INVERS.		229.120	219.120	15.000	5.000	5.000	5.000
TOTAL ACUMULADO GASTOS VARIOS INVER.		**229.120**	**448.241**	**463.241**	**503.241**	**628.241**	**653.241**
INVERSION TOTAL		1.585.337	1.925.290	433.024	95.105	117.826	146.275
INVERSION TOTAL ACUMULADA		**1.585.337**	**3.510.627**	**3.943.651**	**5.567.344**	**6.208.989**	**6.880.910**

Fuente: Propia

3.3.3 Flujo neto de efectivo

El flujo neto de efectivo se realizó como un flujo de caja proyectado en un periodo de 20 años donde sus principales elementos son:

- Datos preliminares del desarrollo del proyecto.
- Distribución de las inversiones según el desarrollo del proyecto.
- Ingresos del proyecto.
- Costos fijos y variables.
- Flujo neto de efectivo.

Este modelo permitió evaluar las condiciones indispensables para calcular la tasa interna de retorno del proyecto y, como un elemento adicional para la toma de decisión, se calculó el valor presente neto del mismo. No se presentan las posibilidades de financiamiento debido a que este elemento debe ser considerado una vez que se tengan las discusiones con los organismos de crédito para la realización del proyecto (ver Tablas 26, 27 y 28).

Tabla 26

Ingresos

Flujo de Caja							
Evaluación en US $		**2007**	**2008**	**2009**	**2017**	**2022**	**2027**
		0	**1**	**2**	**10**	**15**	**20**
Ingresos							
Ventas de gas $.	Domésticos		81.719	190.060	2.175.470	5.403.327	13.492.197
Ventas de gas $ Total.			**81.719**	**190.060**	**2.175.470**	**5.403.327**	**13.492.197**
Derechos de incorporación	Domésticos		147.330	154.107	51.797	64.857	81.212
Derechos de incorporación Total			**147.330**	**154.107**	**51.797**	**64.857**	**81.212**
Instalación de acometidas internas							
	Mutifamiliares		19.548	20.447	6.872	8.605	10.775
	Unifamiliares		21.393	22.377	7.521	9.418	11.792
Acometidas internas Total			**40.941**	**42.824**	**14.394**	**18.023**	**22.568**
Ingresos por corte y reconexion							
	Domesticos		2.699	5.494	21.368	26.756	33.502
Ingresos por cte. y recon. Total			**2.699**	**5.494**	**21.368**	**26.756**	**33.502**
Servicios administrativos			5000	5100	5975	6597	7284
Total Ingresos			**277.688**	**397.586**	**2.269.003**	**5.519.560**	**13.636.763**

Fuente: Propia

Tabla 27

Egresos

Flujo de Caja							
Evaluación en US $		**2007**	**2008**	**2009**	**2017**	**2022**	**2027**
		0	**1**	**2**	**10**	**15**	**20**
Egresos							
Compras de Gas Domestico			8.513	18.858	151.046	312.534	675.950
Total compra de gas			**8.513**	**18.858**	**151.046**	**312.534**	**675.950**
	Total Compra de Gas						
Costo variable			**28.659**	**29.977**	**10.075**	**12.616**	**15.797**
Costo Fijo							
	Nómina		282.470	423.705	946.342	1.207.799	1.541.491
	Servicios Comprados		9.000	9.450	12.078	13.335	14.723
	Alquileres		11.000	11.000	13.000	16.000	20.000
	Seguros		25.365	30.438	100.205	127.890	163.223
	Servicios Contratados		31.436	32.379	41.016	47.549	55.122
	Otros Gastos		6.130	9.195	17.258	19.054	21.037
	Tasas Municipales Otros		2.940	3.113	1.403	1.744	2.168
Total costo fijo			**368.340**	**519.280**	**1.131.302**	**1.433.370**	**1.817.766**

Fuente: Propia

Tabla 28

Flujo neto de efectivo

Flujo de Caja							
Evaluación en US $		**2007**	**2008**	**2009**	**2017**	**2022**	**2027**
		0	**1**	**2**	**10**	**15**	**20**
Costo fijo por Cliente			205	142	79	80	81
MARGEN BRUTO EN VENTAS	**EBITDA**		(127.823)	(170.529)	976.580	3.761.040	11.127.250
	Margen EBITDA %		(46)	(43)	43	68	82
DEPRECIACIÓN			76.124	194.831	702.719	832.067	909.683
OTROS INGRESOS							
UTILIDAD OPERATIVA ANTES IMPUESTO			(195.435)	(346.502)	424.907	3.241.507	10.893.517
I.S.L.R	34%		0	0	144.468	1.102.112	3.703.796
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS			(195.435)	(346.502)	280.439	2.139.395	7.189.721
Perdida acumulada			(195.435)	(541.937)	(1.306.588)	0	0
Utilidad para efectos de ISLR			0	0	(1.306.588)	3.241.507	10.893.517
INVERSION		1.585.336,68	1.925.290,20	433.024,07	95.105,10	117.825,63	146.275,29
FLUJO NETO DE EFECTIVO (FNE) OPERATIVO			(119.310,53)	(151.670,86)	983.157,52	2.971.461,72	8.099.403,91
FLUJO DE CAJA LIBRE		(1.585.337)	(2.044.601)	(584.695)	888.052	2.853.636	7.953.129
TIR (FNE)		**19,17%**					
VALOR PRESENTE NETO ($) VPN		1.671.881					
INVERSION POR CLIENTE ($)/Año		152	1677	910	275	205	152
COSTO OPERATIVO POR CLIENTE ($)			221	150	84	88	92

Fuente: Propia

Con los resultados obtenidos tras el análisis económico se puede observar que la tasa interna de retorno (TIR=19,17%) es mayor que la tasa mínima atractiva o de descuento (TMAR=15%); asimismo, se observó que el valor presente neto es mayor que 0 (VPN>0), por lo tanto se puede afirmar que este proyecto es económicamente viable.

3.3.4 Análisis de sensibilidad

Luego de los resultados obtenidos en el cálculo de la TIR y el VPN del proyecto se realizó un análisis de sensibilidad con la finalidad de observar los cambios a que fuese susceptible la TIR ante la inestabilidad que pudiesen presentar determinadas variables del proyecto.

3.3.4.1 Sensibilidad a la inversión

Se realizó el análisis de sensibilidad a la inversión variando esta en 120%, 110%, 100%, 95%, 90% y 80%; comprobando en cada caso el valor de la TIR. Se observó que la TIR presenta un comportamiento inversamente proporcional con respecto al porcentaje de inversión; es decir, mientras menor sea la inversión mayor es la TIR. A continuación en el Gráfico 13 se presenta el comportamiento de la TIR a la variación de la inversión:

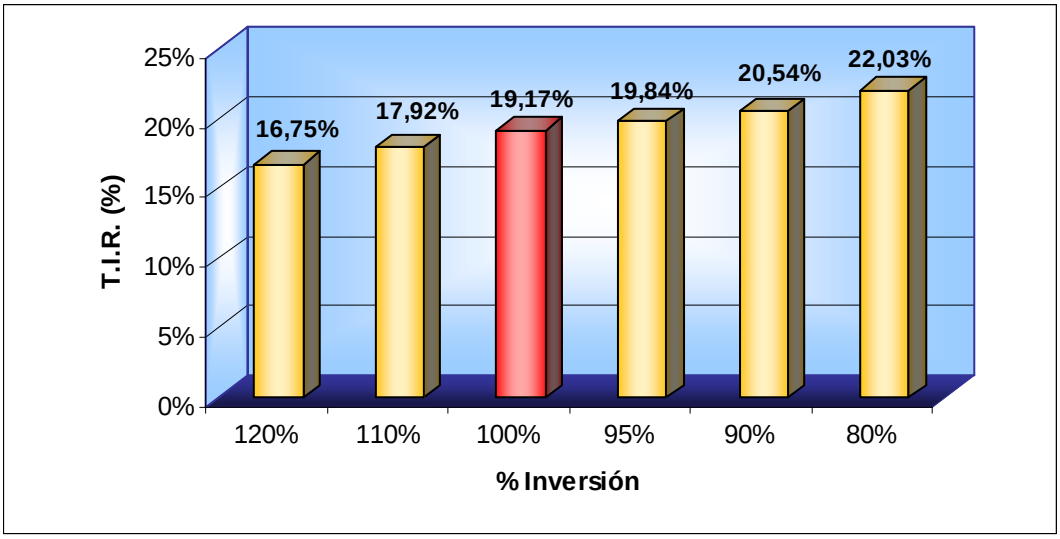


Gráfico 13 Sensibilidad a la inversión

Fuente: Propia

3.3.4.2 Sensibilidad a las tarifas

Para determinar la sensibilidad de la TIR a las tarifas se evaluó esta a 120%, 110%, 100%, 95%, 90% y 80% de su valor real, obteniendo los resultados presentados en el Gráfico 14. Allí se observa que cuanto mayor es la tarifa a aplicar mayor es la TIR

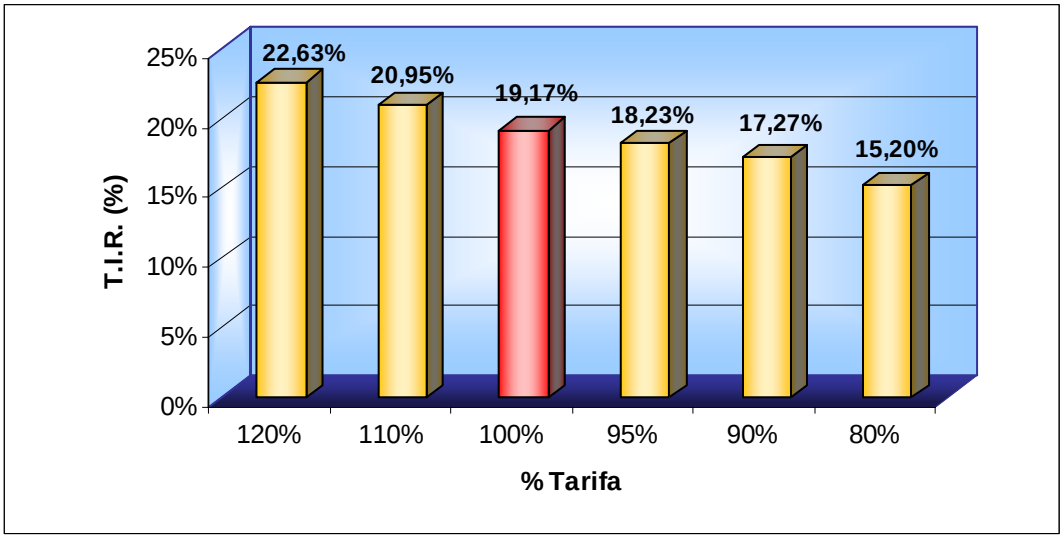


Gráfico 14 Sensibilidad a las tarifas

Fuente: Propia

3.3.4.3 Sensibilidad al cobro por derecho de incorporación

Para realizar el análisis de sensibilidad de la TIR al cobro del derecho de incorporación, se utilizaron los valores de 200%, 150%,100%, 50% y 0%. Así mismo, se observó que el comportamiento de la TIR es directamente proporcional al comportamiento del cobro por derecho de incorporación (ver Gráfico 15).

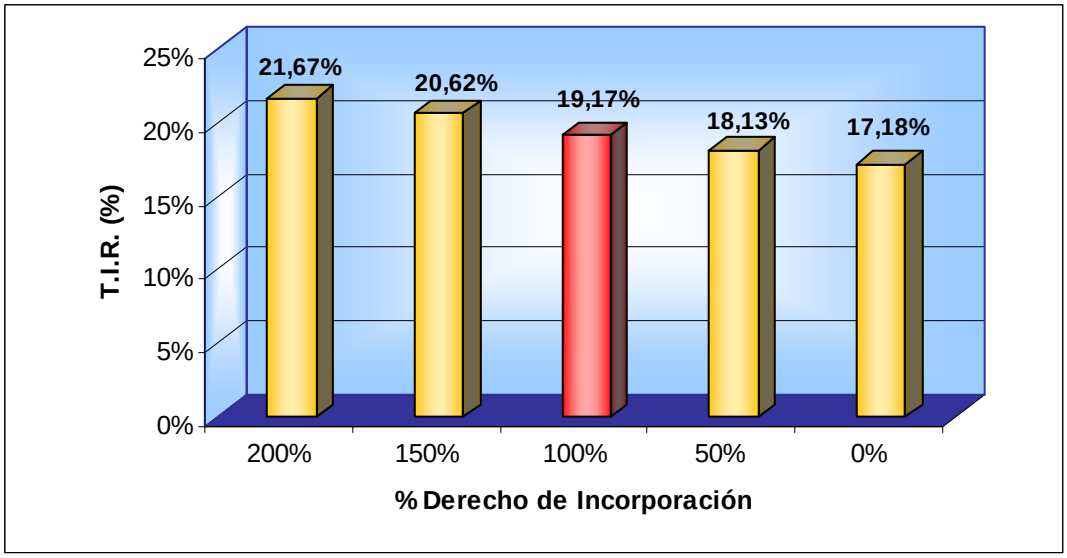


Gráfico 15 Sensibilidad al cobro por derecho de incorporación

Fuente: Propia

Luego de realizado el análisis de sensibilidad se observó que la TIR presenta una mayor sensibilidad a la variación de las tarifas aplicadas y a la inversión que al derecho incorporación.

4 MATRIZ DEL MARCO LÓGICO

A continuación se presenta la matriz del marco lógico (ver Tabla 29):

Tabla 29

Matriz del Marco Lógico

Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
Fin: Calidad de vida mejorada	Al primer año de operación del proyecto, la satisfacción de los usuarios con relación a sus fuentes de energía ha aumentado en 20%	Encuesta realizada anualmente por el operador de la red	➢ Políticas nacionales de promoción del uso del gas natural como fuente de energía. ➢ Promover la oferta de artefactos domésticos que utilicen el gas natural como combustible.
Propósito: Poder adquisitivo mejorado	Al primer año de operación, el gasto en energía ha disminuido en 25% para los usuarios	Encuesta realizada anualmente por el operador de la red	➢ Los usuarios destinan el dinero ahorrado para mejoras de sus condiciones de vida. ➢ Suministro de gas oportuno y confiable.
Componentes: Red de gas construida	➢ 3 estaciones de distribución construidas. ➢ Redes de tuberías construidas.	➢ Registro de inspección realizado por la alcaldía. ➢ Observación directa.	Los habitantes de la Parroquia Universidad se suscriben al servicio de distribución de gas natural
Actividades:			
Instalar oficina administrativa y de operaciones	No aplica	No aplica	Se concreta la adquisición de oficina
Conformar la organización	No aplica	No aplica	Se dispone de personal calificado
Obtener perisología	No aplica	No aplica	Se otorgan los permisos solicitados
Adquirir equipos, herramientas y materiales	No aplica	No aplica	➢ El costo no supera lo presupuestado. ➢ Se dispone de dólar preferencial. ➢ No hay escasez.
Construcción de Estaciones de distribución y de redes primarias y secundarias	No aplica	No aplica	Se cuenta con el personal, equipos, herramientas y materiales necesarios
Realizar pruebas	No aplica	No aplica	La operación está bajo los parámetros especificados

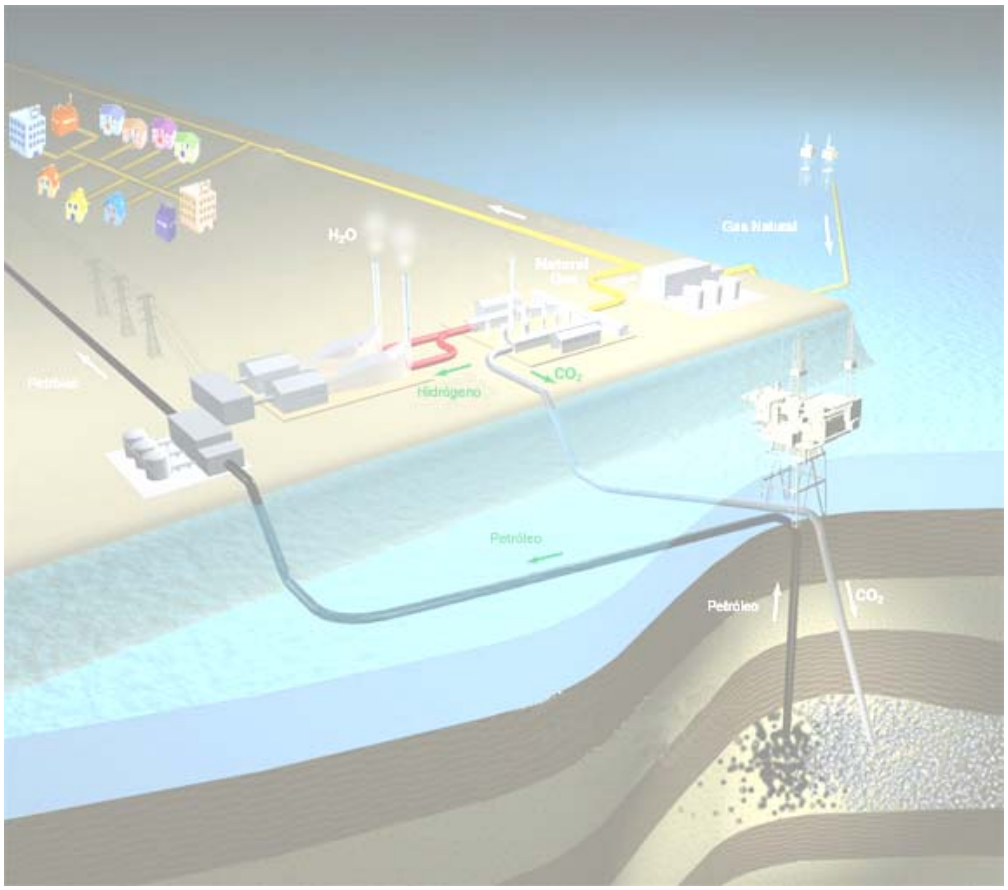
Fuente: Propia

CAPÍTULO V

LA PROPUESTA

En este capítulo se presenta y describe el producto que se generó del estudio presentado en el capítulo 4. A continuación se presenta el proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural, basado en el modelo de marco lógico.

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE REDES DOMESTICAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL, BASADO EN EL MODELO DE MARCO LÓGICO



Puerto Ordaz Junio de 2007

1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Puerto Ordaz, ubicada en el sur oriente de Venezuela cuenta con una población de 243.983 habitantes y se espera un crecimiento anual de 4,6% para los próximos 20 años. Así mismo, la demanda de energía de esta población es cada vez mayor. Aun cuando la región es la mayor productora de energía eléctrica, los costos por consumo de la misma son de los más altos en todo el país.

En algunos casos el gasto por uso de la energía eléctrica alcanza el 20% de los ingresos familiares, lo que merma considerablemente el poder adquisitivo de las familias de Puerto Ordaz.

2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Del planteamiento anterior se identificó como problema central el descenso del poder adquisitivo de los habitantes de la ciudad de Puerto Ordaz.

De la aplicación de una tormenta de ideas se obtuvo el siguiente árbol de problemas (ver Figura 23):

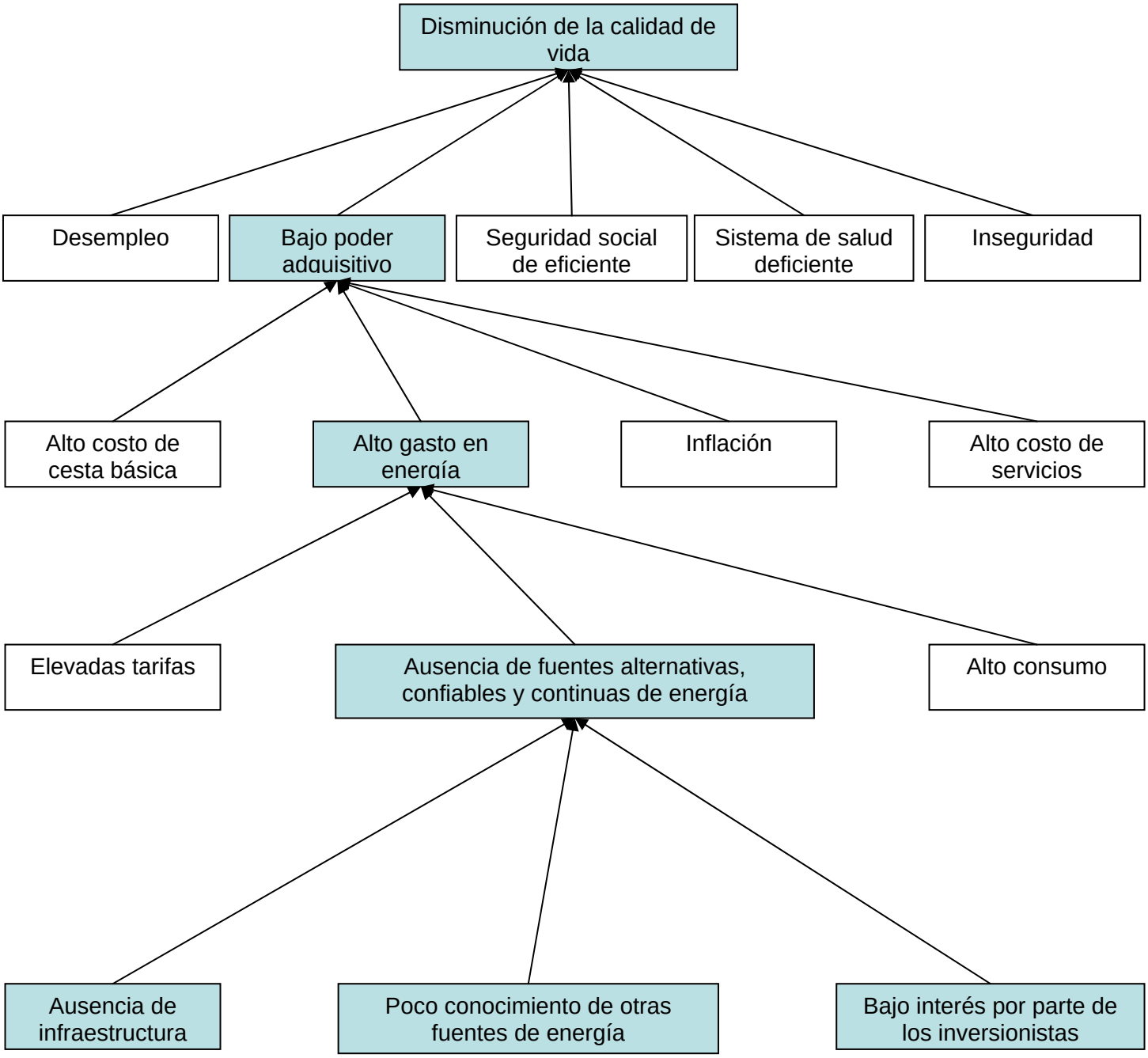


Figura 23 Árbol de Problemas

Fuente: Propia

Seguidamente se presenta el Árbol de Objetivos generado a partir del Árbol de Problemas anterior (ver Figura 24):

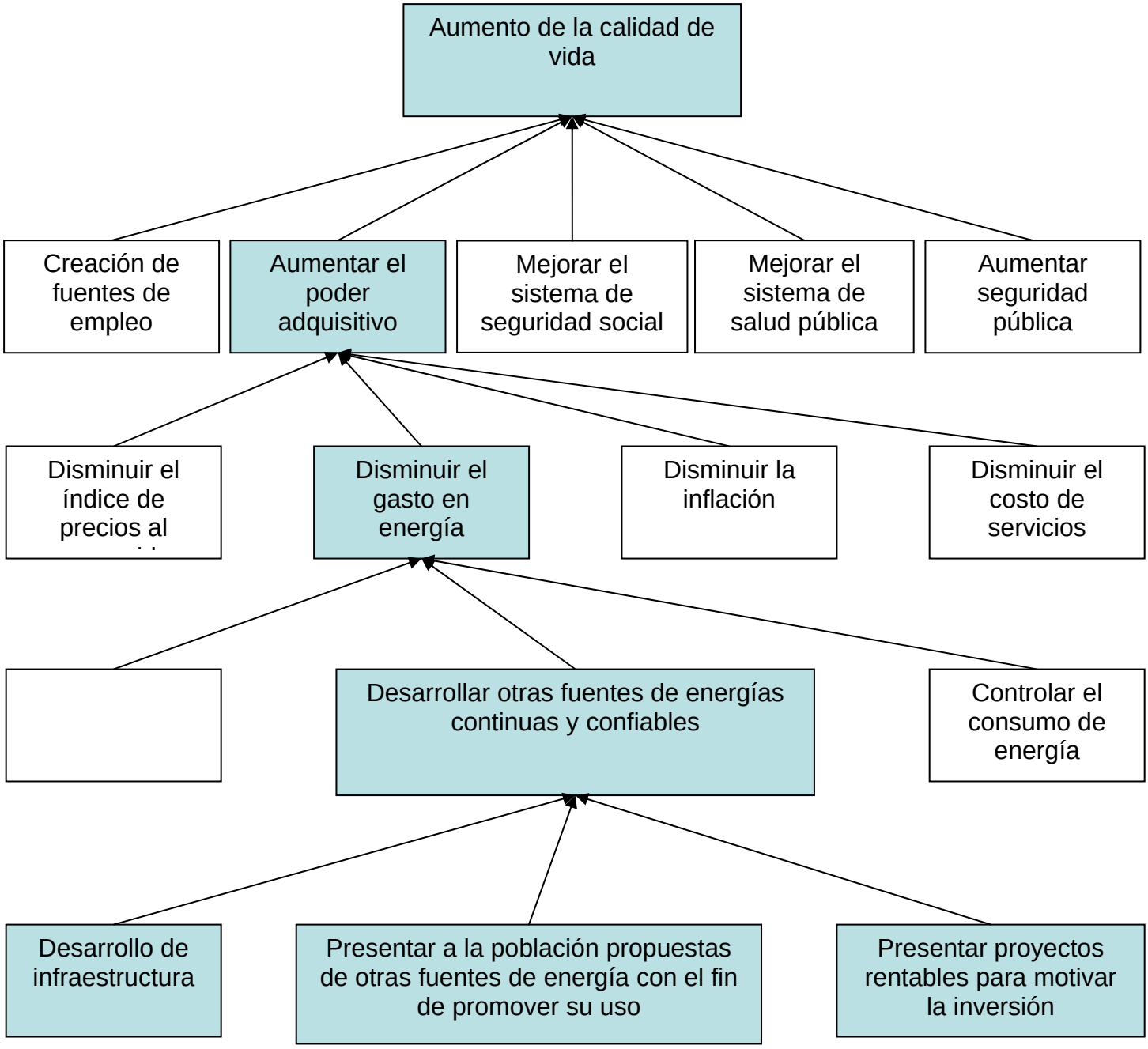


Figura 24 Árbol de Objetivos

Fuente: Propia

3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Por razones de tiempo y de la magnitud del presente estudio, se eligió analizar sólo la alternativa “Desarrollo de un Proyecto para la Construcción de un Sistema de Redes Domésticas de Distribución de Gas Natural”.

Para este análisis se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

3.1 ANÁLISIS DE MERCADO

Se realizó una encuesta para caracterizar la población, los resultados de dicha encuesta permitieron inferir que la población está compuesta por una mayoritaria clase media que puede ser catalogada como “clientes potenciales” debido a que, manifiesta baja satisfacción en cuanto a disponibilidad, precio y seguridad de los servicios de gas (GLP) y electricidad, y aunque sólo la mitad conoce del uso y beneficios del Gas Natural, al menos el 80% está dispuesto a incorporarse al servicio y hacer una inversión inicial como derecho de incorporación.

Se prevé que la incorporación de clientes a la red sea la siguiente (ver Gráfico 16):

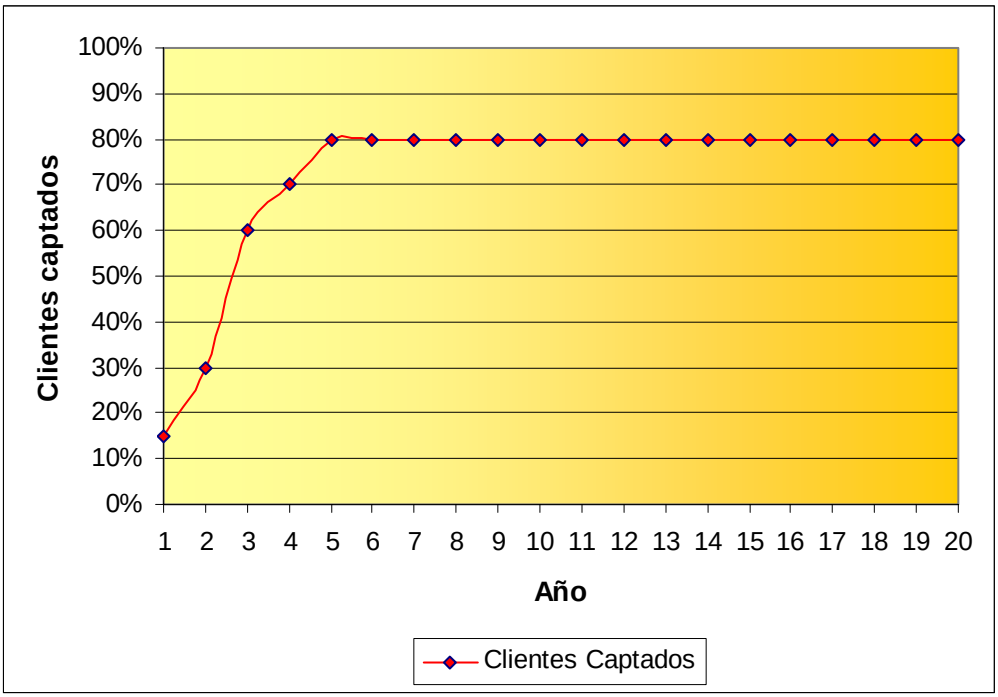


Gráfico 16 Curva de incorporación de clientes a la red

Fuente: Propia

La demanda de gas proyectada a 20 años es la siguiente (ver Tabla 30):

Tabla 30

Demanda proyectada en 20 años

Años	Viviendas aceptables	% Viviendas captadas	Viviendas captadas	Demanda m3/mes
2007	11994	15%	1.799	71.964
2008	12546	30%	3.764	150.549
2009	13123	60%	7.874	314.948
2010	13726	70%	9.609	384.341
2011	14358	80%	11.486	459.453
2012	15018	80%	12.015	480.587
2013	15709	80%	12.567	502.694
2014	16432	80%	13.145	525.818
2015	17188	80%	13.750	550.006
2016	17978	80%	14.383	575.306
2017	18805	80%	15.044	601.770
2018	19670	80%	15.736	629.452
2019	20575	80%	16.460	658.407
2020	21522	80%	17.217	688.693
2021	22512	80%	18.009	720.373
2022	23547	80%	18.838	753.510
2023	24630	80%	19.704	788.172
2024	25763	80%	20.611	824.428
2025	26948	80%	21.559	862.352
2026	28188	80%	22.550	902.020

Fuente: Propia

Para suplir esta demanda a lo largo de la vida operativa de la red de gas se cuenta con una línea de transmisión de gas natural vehicular para las estaciones de servicio cuya ruta y ubicación se muestran en el Apéndice B.

Esta línea de transmisión está diseñada para ofrecer un caudal de 266MMMCD (millones de metros cúbicos al día) de los cuales se estima que 90MMMCD sean consumidos por el parque automotor, quedando disponible 176MMMCD, que pueden ser utilizados para alimentar las redes urbanas de distribución de gas natural.

El precio y tarifas del gas natural son fijados por resolución conjunta de los Ministerios de Producción y Comercio y Energía y Petróleo conforme a lo dispuesto en las resoluciones publicadas en las Gacetas Oficiales N° 38.378 del 08 de febrero de 2006 y 38.386 del 23 de febrero de 2006 respectivamente.

3.2 ANÁLISIS TÉCNICO

Del análisis técnico realizado mediante la utilización del programa de diseño de redes PipePhase, se comprobó que el diseño y dimensionamiento de las redes son adecuados para satisfacer la demanda tanto en el año 1 de operación como en el año 20.

Para el desarrollo de los cálculos se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Presión de entrada (en la estación de suministro) 413,7 Kpa (60 Psig).
- Presión de salida (domestica) 3,74 Kpa= 0,5Psig (15 pulg. de Columnas de H_2O).
- Flujo isotérmico en toda la red 25 ºC (75 ºF).
- Tuberías: Polietileno de Alta Densidad (PEAD)
- Diámetros:

Ramal primario: 63 mm (Indicado con color Rojo en el Plano).

Ramal secundario: 32 mm (Indicado con color Rojo en el Plano).

- Método de cálculo: para la verificación de las presiones y caudales se emplea el método del punto crítico o punto más desfavorable.
- Consumo: para dar un margen de seguridad al diseño, se asume que la incorporación de clientes a la red es de un 100% desde el primer año de

operación de la misma; así mismo, se supone que el 100% los clientes se encuentran consumiendo gas natural en sus residencias al mismo tiempo.

- Se asume que la tubería opera totalmente horizontal.
- Número máximo de clientes por estación de distribución: Catorce mil (14.000).
- Se seleccionó el polietileno para ser el material de todos los ramales principales, secundarios (derivaciones) y válvulas de seccionamiento, por ser el material más apto para el tipo de suelo (muy agresivo por la corrosión) presente en la zona y presentar propiedades mecánicas similares al acero según normas incluidas en estas especificaciones.

Las rutas y distribución de cada una de las redes es la siguiente (ver Figuras 25, 26 y 27):

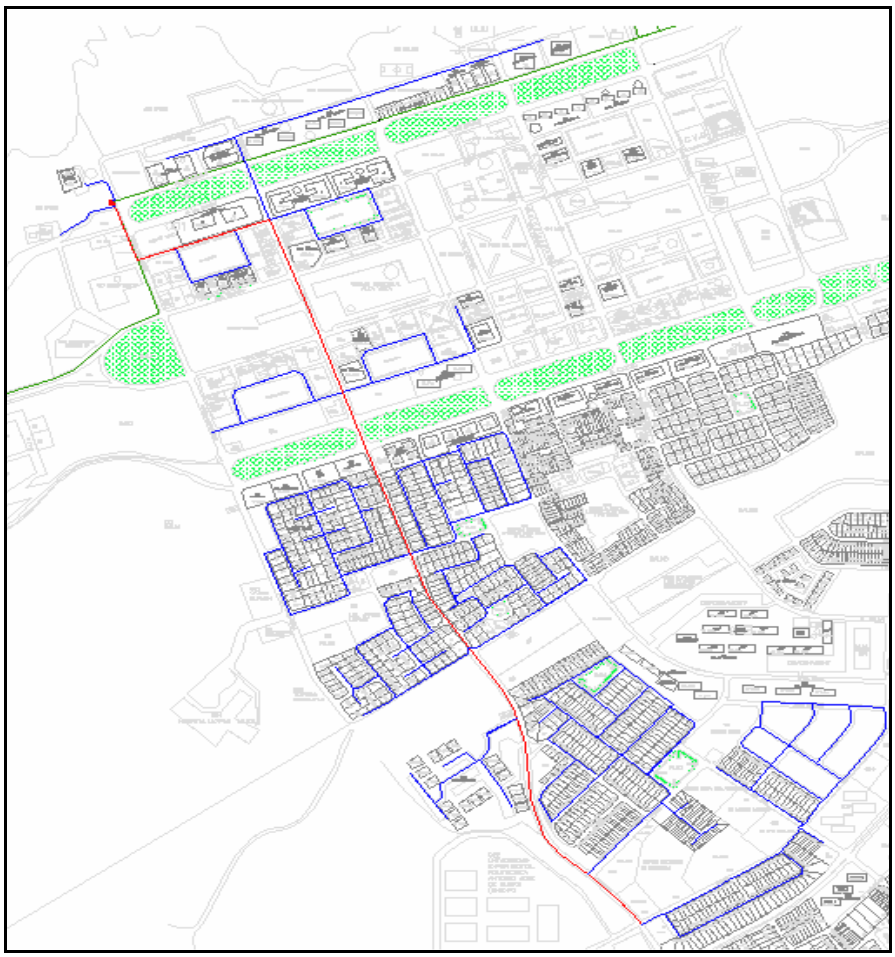


Figura 25 Red Universidad 1

Fuente: Propia

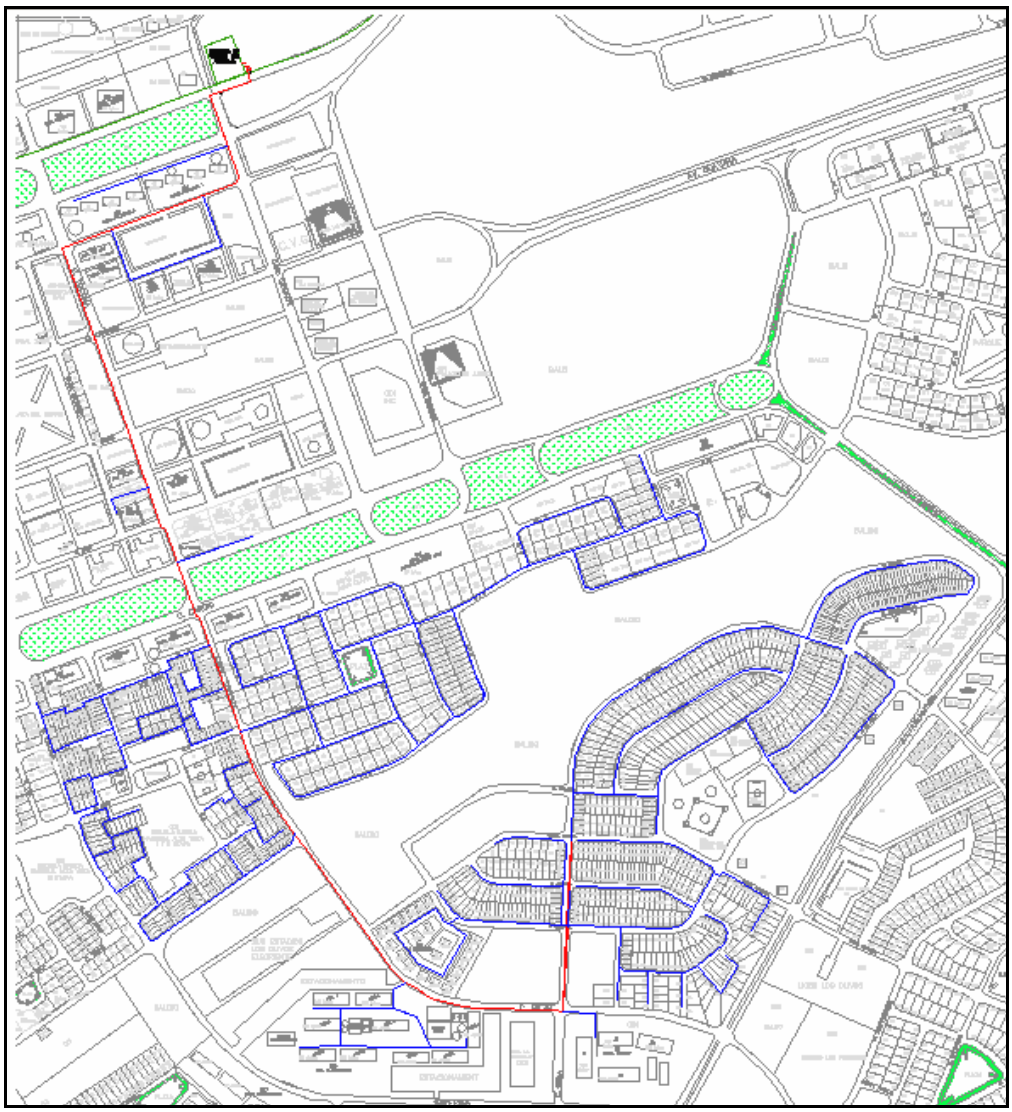


Figura 26 Red Universidad 2

Fuente: Propia

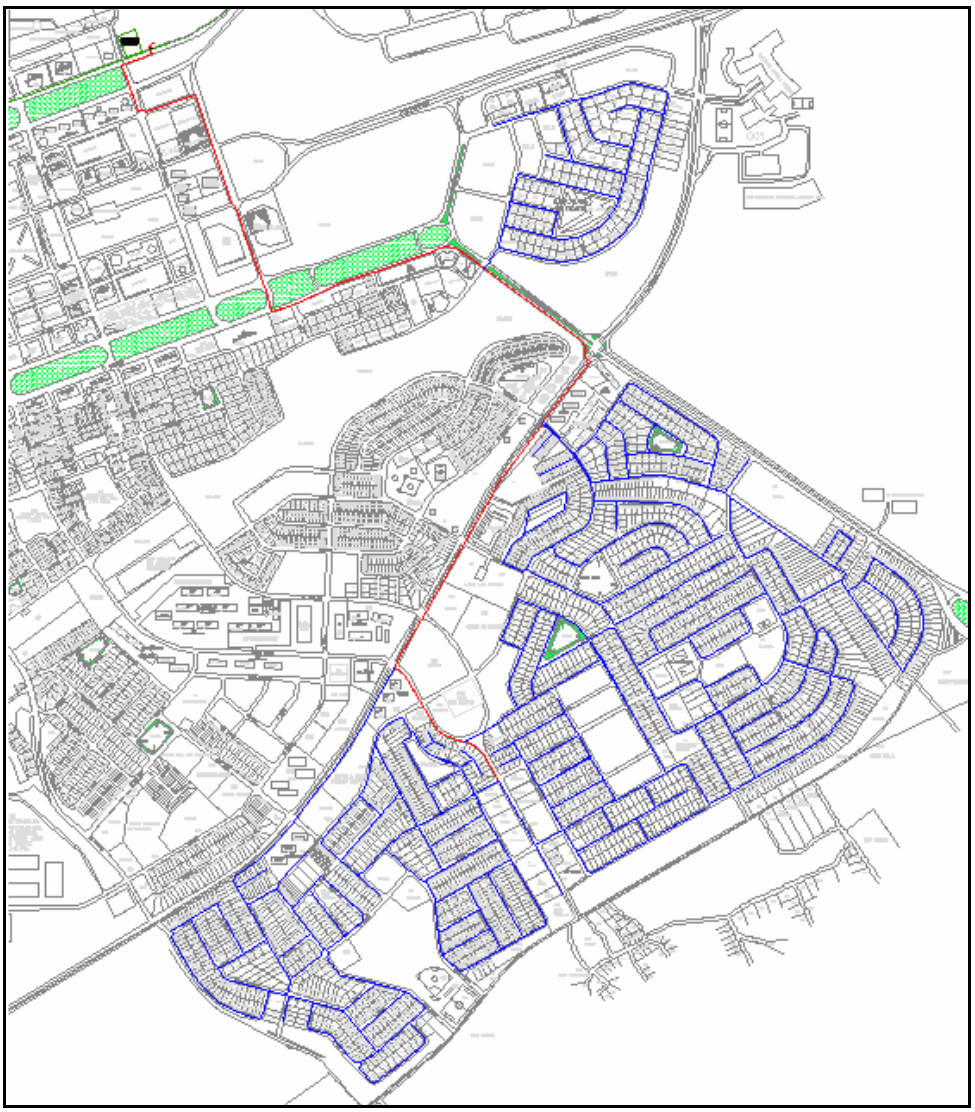


Figura 27 Red Universidad 3

Fuente: Propia

3.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Con el objetivo de simular condiciones estables y por no poder predecir la variable inflación, la evaluación se ha realizado en Dólares Americanos ($) a su paridad cambiaria actual de 2.150 Bs. por $.

Adicionalmente, las bases utilizadas para la evaluación económica son:

- Horizonte económico: 20 años.
- Tasa de descuento del VPN o TMAR: 15%.
- Impuesto sobre la renta: 34%.
- Precio del gas natural: según Gaceta Oficial Nº 38.378.
- Tarifas de transporte y distribución: según Gaceta Oficial Nº 38.386.

Es importante acotar que aún cuando las Gacetas Oficiales 38.378 y 38.386, referidas al precio y tarifas del gas natural respectivamente, presentan formulas para el cálculo de nuevos precios y tarifas para cada año no contemplado en dichas gacetas, las mismas se basan en la variación de la tasa referencial de compra del bolívar con respecto al dólar de los Estados Unidos de Norteamérica. Puesto que el gobierno de la República Bolivariana de Venezuela mantiene una política de control cambiario, la aplicación de las fórmulas antes mencionadas es irrelevante. Por lo tanto, el autor asumió la tasa de incremento de las diferentes tarifas y precio de los dos últimos años presentados en las gacetas oficiales 38.378 y 38.386; obteniendo los siguientes resultados (ver Tabla 31):

Tabla 31

Precios y tarifas aplicados en $

Costo Gas Centro Anaco	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Domestico	0,0083	0,0089	0,0095	0,0101	0,0108	0,0116	0,0123	0,0132	0,0141	0,0150
Transporte de Gas Anaco-Pto Ordaz	0,0018	0,0021	0,0025	0,0029	0,0034	0,0039	0,0046	0,0053	0,0062	0,0073
Distribución Industrial	0,0010	0,0011	0,0012	0,0013	0,0014	0,0016	0,0017	0,0019	0,0021	0,0023
Distribución Domestica	0,0706	0,0812	0,0934	0,1074	0,1236	0,1422	0,1635	0,1881	0,2164	0,2490
Tarifa a Aplicar										
Doméstico	0,0816	0,0932	0,1065	0,1217	0,1392	0,1592	0,1822	0,2085	0,2388	0,2736

Costo Gas Centro Anaco	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Domestico	0,0161	0,0171	0,0183	0,0195	0,0209	0,0223	0,0238	0,0254	0,0271	0,0290	0,0309
Transporte de Gas Anaco-Pto Ordaz	0,0085	0,0099	0,0115	0,0135	0,0157	0,0183	0,0214	0,0250	0,0291	0,0340	0,0397
Distribución Industrial	0,0025	0,0028	0,0030	0,0033	0,0037	0,0040	0,0045	0,0049	0,0054	0,0059	0,0065
Distribución Domestica	0,2864	0,3295	0,3791	0,4361	0,5016	0,5771	0,6639	0,7637	0,8786	1,0107	1,1627
Tarifa a Aplicar											
Doméstico	0,3135	0,3593	0,4119	0,4724	0,5419	0,6218	0,7135	0,8190	0,9403	1,0797	1,2399

Fuente: Propia

- En cuanto al consumo se consideró un 99 % de los clientes domésticos con consumo de 32 m^3/mes y el resto con estimaciones de 100 m^3/mes, a los cuales se les instalará medidor y se facturará de acuerdo a lo consumido.

- Se estableció un cobro por derecho de incorporación a la red de gas. Las tarifas se presentan a continuación (ver Tabla 32):

Tabla 32

Tarifas de derecho de incorporación

Tipo de vivienda	$
Unifamiliares	100
Multifamiliares	70

Fuente: Propia

- Se estima que se realizará corte y reconexión del servicio al 5% de los clientes y se cobrará un importe de 30$ cada vez que alguno incurra en ello.

- Se estima que el venteo o pérdida en operaciones es de 10%.

- Las hojas de cálculo presentadas, corresponden a 100% de la inversión estimada, 100% de las tarifas y 100% de los derechos de incorporación.

A continuación se presenta el programa de inversiones y el flujo neto de efectivo (ver Tablas 33, 34, 35 y 36):

Tabla 33

Programa de inversiones

PROYECTO RED GAS DOMESTICO -UNIVERSIDAD- PUERTO ORDAZ							
PROGRAMA INVERSIONES (US $)	**Dep.**	**0**	**1**	**2**	**10**	**15**	**20**
COSTO DEL PROYECTO		13.000	13.000				
SISTEMAS Y EQUIPOS	5	28.660	28.660				
EQUIPOS DE CONSTRUCCION	10	129.070	129.070				
EQUIPOS VARIOS MANTENIMIENTO	5	10.000	10.000				
INVERSION EN BIENES MUEBLES	5	1.507	1.507				
VEHICULOS Y HERRAMIENTAS	5	34.884	34.884				
PUBLICIDAD Y MERCADEO	5	5.000	15.000	15.000	5.000	5.000	5.000
COSTO PREOPERATIVO	10	20.000					
CONSTRUCCION RED							
Estaciones		57.000	-	-	-	-	-
Ø 63 mm ML		165.309	165.309	-	-	-	-
Ø 32 mm ML		1.085.731	1.085.731	-	-	-	-
Válvulas		34.936	35.655	-	-	-	-
Ø 63 mm ML		-	-	-	-	-	-
Ø 32 mm ML		-	392.394	403.547	85.239	106.733	133.646
Válvulas de seccionamiento		240	240	-	-	-	-
Suministro de medidores		-	13.841	14.477	4.866	6.093	7.629
TOTAL RED		**1.356.216**	**1.706.170**	**418.024**	**90.105**	**112.826**	**141.275**
TOTAL ACUMULADO RED		**1.356.216**	**3.062.386**	**3.480.410**	**5.064.103**	**5.580.748**	**6.227.669**
TOTAL GASTOS VARIOS INVERS.		229.120	219.120	15.000	5.000	5.000	5.000
TOTAL ACUMULADO GASTOS VARIOS INVER.		**229.120**	**448.241**	**463.241**	**503.241**	**628.241**	**653.241**
INVERSION TOTAL		1.585.337	1.925.290	433.024	95.105	117.826	146.275
INVERSION TOTAL ACUMULADA		**1.585.337**	**3.510.627**	**3.943.651**	**5.567.344**	**6.208.989**	**6.880.910**

Fuente: Propia

Tabla 34

Ingresos

Flujo de Caja							
Evaluación en US $		**2007**	**2008**	**2009**	**2017**	**2022**	**2027**
		0	**1**	**2**	**10**	**15**	**20**
Ingresos							
Ventas de gas $.	Domésticos		81.719	190.060	2.175.470	5.403.327	13.492.197
Ventas de gas $ Total.			**81.719**	**190.060**	**2.175.470**	**5.403.327**	**13.492.197**
Derechos de incorporación	Domésticos		147.330	154.107	51.797	64.857	81.212
Derechos de incorporación Total			**147.330**	**154.107**	**51.797**	**64.857**	**81.212**
Instalación de acometidas internas							
	Mutifamiliares		19.548	20.447	6.872	8.605	10.775
	Unifamiliares		21.393	22.377	7.521	9.418	11.792
Acometidas internas Total			**40.941**	**42.824**	**14.394**	**18.023**	**22.568**
Ingresos por corte y reconexion							
	Domesticos		2.699	5.494	21.368	26.756	33.502
Ingresos por cte. y recon. Total			**2.699**	**5.494**	**21.368**	**26.756**	**33.502**
Servicios administrativos			5000	5100	5975	6597	7284
Total Ingresos			**277.688**	**397.586**	**2.269.003**	**5.519.560**	**13.636.763**

Fuente: Propia

Tabla 35

Egresos

Flujo de Caja							
Evaluación en US $		**2007**	**2008**	**2009**	**2017**	**2022**	**2027**
		0	**1**	**2**	**10**	**15**	**20**
Egresos							
Compras de Gas Domestico			8.513	18.858	151.046	312.534	675.950
Total compra de gas			**8.513**	**18.858**	**151.046**	**312.534**	**675.950**
	Total Compra de Gas						
Costo variable			**28.659**	**29.977**	**10.075**	**12.616**	**15.797**
Costo Fijo							
	Nómina		282.470	423.705	946.342	1.207.799	1.541.491
	Servicios Comprados		9.000	9.450	12.078	13.335	14.723
	Alquileres		11.000	11.000	13.000	16.000	20.000
	Seguros		25.365	30.438	100.205	127.890	163.223
	Servicios Contratados		31.436	32.379	41.016	47.549	55.122
	Otros Gastos		6.130	9.195	17.258	19.054	21.037
	Tasas Municipales Otros		2.940	3.113	1.403	1.744	2.168
Total costo fijo			**368.340**	**519.280**	**1.131.302**	**1.433.370**	**1.817.766**

Fuente: Propia

Tabla 36

Flujo neto de efectivo

Flujo de Caja							
Evaluación en US $		**2007**	**2008**	**2009**	**2017**	**2022**	**2027**
		0	**1**	**2**	**10**	**15**	**20**
Costo fijo por Cliente			205	142	79	80	81
MARGEN BRUTO EN VENTAS	**EBITDA**		(127.823)	(170.529)	976.580	3.761.040	11.127.250
	Margen EBITDA %		(46)	(43)	43	68	82
DEPRECIACIÓN			76.124	194.831	702.719	832.067	909.683
OTROS INGRESOS							
UTILIDAD OPERATIVA ANTES IMPUESTO			(195.435)	(346.502)	424.907	3.241.507	10.893.517
I.S.L.R	34%		0	0	144.468	1.102.112	3.703.796
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS			(195.435)	(346.502)	280.439	2.139.395	7.189.721
Perdida acumulada			(195.435)	(541.937)	(1.306.588)	0	0
Utilidad para efectos de ISLR			0	0	(1.306.588)	3.241.507	10.893.517
INVERSION		1.585.336,68	1.925.290,20	433.024,07	95.105,10	117.825,63	146.275,29
FLUJO NETO DE EFECTIVO (FNE) OPERATIVO			(119.310,53)	(151.670,86)	983.157,52	2.971.461,72	8.099.403,91
FLUJO DE CAJA LIBRE		(1.585.337)	(2.044.601)	(584.695)	888.052	2.853.636	7.953.129
TIR (FNE)		**19,17%**					
VALOR PRESENTE NETO ($) VPN		1.671.881					
INVERSION POR CLIENTE ($)/Año		152	1677	910	275	205	152
COSTO OPERATIVO POR CLIENTE ($)			221	150	84	88	92

Fuente: Propia

Con los resultados obtenidos tras el análisis económico se puede observar que la tasa interna de retorno (TIR=19,17%) es mayor que la tasa mínima atractiva o de descuento (TMAR=15%); asimismo, se observó que el valor presente neto es mayor que 0 (VPN>0), por lo tanto se puede afirmar que este proyecto es económicamente viable.

3.3.1 Análisis de sensibilidad

3.3.1.1 Sensibilidad a la inversión

Se realizó el análisis de sensibilidad a la inversión variando esta en 120%, 110%, 100%, 95%, 90% y 80%; comprobando en cada caso el valor de la TIR. Se observó que la TIR presenta un comportamiento inversamente proporcional con respecto al porcentaje de inversión; es decir, mientras menor sea la inversión mayor es la TIR. A continuación en el Gráfico 17 se presenta el comportamiento de la TIR a la variación de la inversión:

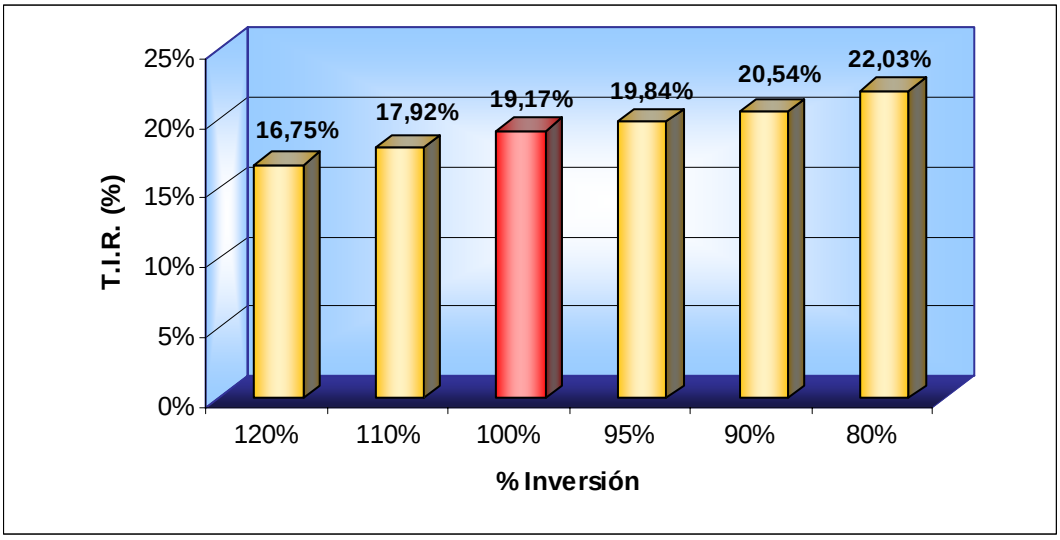


Gráfico 17 Sensibilidad a la inversión

Fuente: Propia

3.3.1.2 Sensibilidad a las tarifas

Para determinar la sensibilidad de la TIR a las tarifas se evaluó esta a 120%, 110%, 100%, 95%, 90% y 80% de su valor real, obteniendo los resultados presentados en el Gráfico 18. Allí se observa que cuanto mayor es la tarifa a aplicar mayor es la TIR

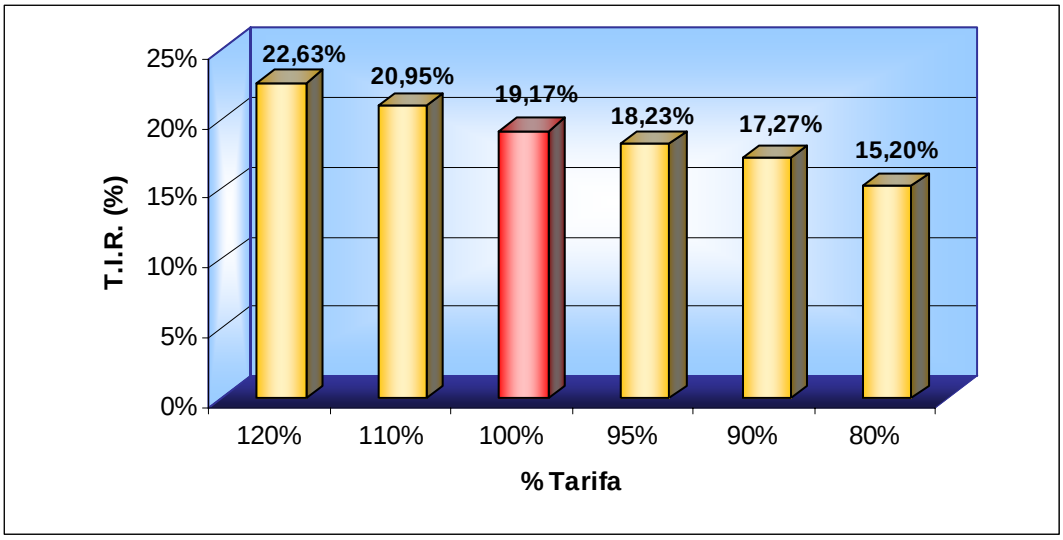


Gráfico 18 Sensibilidad a las tarifas

Fuente: Propia

3.3.1.3 Sensibilidad al cobro por derecho de incorporación

Para realizar el análisis de sensibilidad de la TIR al cobro del derecho de incorporación, se utilizaron los valores de 200%, 150%,100%, 50% y 0%. Así mismo, se observó que el comportamiento de la TIR es directamente proporcional al comportamiento del cobro por derecho de incorporación (ver Gráfico 19).

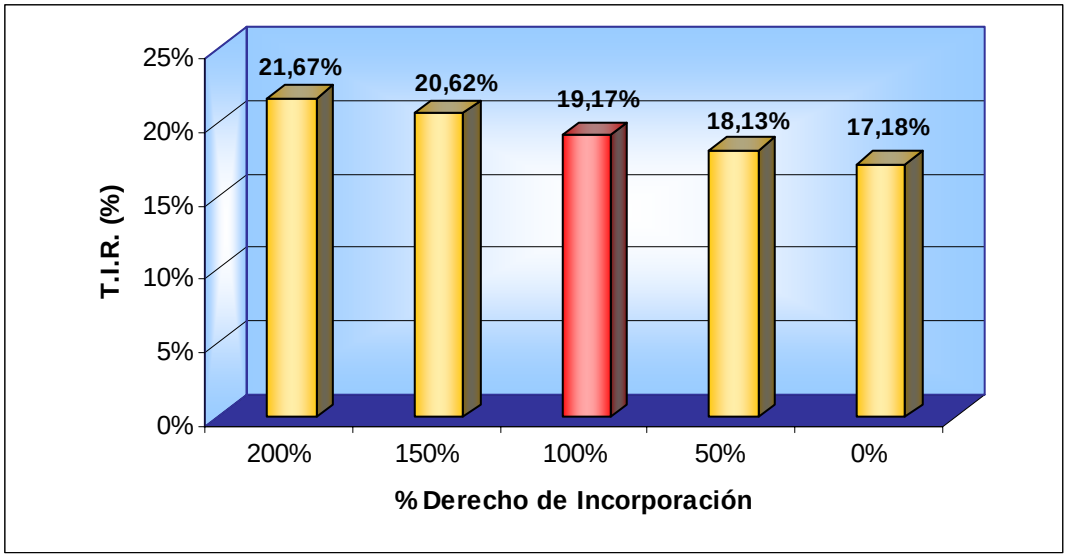


Gráfico 19 Sensibilidad al cobro por derecho de incorporación

Fuente: Propia

Luego de realizado el análisis de sensibilidad se observó que la TIR presenta una mayor sensibilidad a la variación de las tarifas aplicadas y a la inversión que al derecho incorporación.

4 MATRIZ DE MARCO LÓGICO

A continuación se presenta la matriz de marco lógico (ver Tabla 37):

Tabla 37

Matriz de Marco Lógico

Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
Fin: Calidad de vida mejorada	Al primer año de operación del proyecto, la satisfacción de los usuarios con relación a sus fuentes de energía ha aumentado en 20%	Encuesta realizada anualmente por el operador de la red	➢ Políticas nacionales de promoción del uso del gas natural como fuente de energía. ➢ Promover la oferta de artefactos domésticos que utilicen el gas natural como combustible.
Propósito: Poder adquisitivo mejorado	Al primer año de operación, el gasto en energía ha disminuido en 25% para los usuarios	Encuesta realizada anualmente por el operador de la red	➢ Los usuarios destinan el dinero ahorrado para mejoras de sus condiciones de vida. ➢ Suministro de gas oportuno y confiable.
Componentes: Red de gas construida	➢ 3 estaciones de distribución construidas. ➢ Redes de tuberías construidas.	➢ Registro de inspección realizado por la alcaldía. ➢ Observación directa.	Los habitantes de la Parroquia Universidad se suscriben al servicio de distribución de gas natural
Actividades:			
Instalar oficina administrativa y de operaciones	No aplica	No aplica	Se concreta la adquisición de oficina
Conformar la organización	No aplica	No aplica	Se dispone de personal calificado
Obtener perisología	No aplica	No aplica	Se otorgan los permisos solicitados
Adquirir equipos, herramientas y materiales	No aplica	No aplica	➢ El costo no supera lo presupuestado. ➢ Se dispone de dólar preferencial. ➢ No hay escasez.
Construcción de Estaciones de distribución y de redes primarias y secundarias	No aplica	No aplica	Se cuenta con el personal, equipos, herramientas y materiales necesarios
Realizar pruebas	No aplica	No aplica	La operación está bajo los parámetros especificados

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos a partir de la investigación realizada, a continuación se presentan las siguientes conclusiones:

- Del análisis de la información referente a la cantidad de clientes potenciales se determinó que existen en la Parroquia Universidad 11.895 clientes potenciales y se estima que para el año 20 de operación de la red está cantidad se eleve a 27.955 clientes potenciales.

- Luego de analizar las características de la población se observó que al menos el 80% está dispuesto a incorporarse al servicio y hacer una inversión inicial como derecho de incorporación, es decir, son clientes potenciales.

- A través de la identificación de calles, avenidas y zonas residenciales sobre el plano cartográfico de la Parroquia Universidad, se pudo dividir la zona residencial en tres grandes áreas a ser atendidas cada una por una estación de distribución y una red en particular; obteniendo así, la estación de distribución Universidad 1, estación de distribución Universidad 2 y la estación de distribución Universidad 3. Para ello se utilizó el programa Autocad.

- La ubicación exacta tanto de la estación de regulación como de las redes de tubería se determinó mediante el trazado del recorrido de la tubería principal y secundaria sobre el plano digital, así como de la estación de regulación principal de cada una de las tres áreas en las que se dividió la Parroquia Universidad.

- Luego de realizar el análisis técnico de la red a través de una simulación con el programa PipePhase de cada una de las redes de distribución de gas, se determinó que el dimensionamiento de cada una de ellas permite satisfacer

tanto la demanda de gas en el año uno trombo en el año 20 de operación de la red.

- La evaluación económica del proyecto de construcción de la red de distribución de gas es económicamente viable dado que la TIR es igual a 19,17% y el VPN es de 1.671.881 $.

- El proyecto para la construcción de un sistema de redes domesticas de distribución de gas natural se presentó bajo el modelo de marco lógico.

RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos a partir de la investigación realizada, a continuación se recomiendan las siguientes acciones:

- Promover el uso del gas natural como fuente de energía, a través de campañas informativas que permitan a la población conocer los usos de beneficios del gas natural, coordinadas con el apoyo de las autoridades nacionales y regionales

- Promover la oferta de artefactos domésticos que utilicen el gas natural como combustible, a través de planes de inversión en el área y otorgando beneficios económicos y tributarios a las empresas que deseen incursionar en la fabricación de dicho artefactos, cuyas pautas deben ser establecidas por las autoridades nacionales y regionales.

- Realizar los cálculos para el dimensionamiento de la red, actualizando la información concerniente al número de clientes potenciales en el año en el cual se programe la construcción. Dichos cálculos serán realizados por la empresa constructora-operadora de la red.

- Llevar a cabo una evaluación económica tomando en cuenta la posibilidad de recurrir a una o varias fuentes de financiamiento del proyecto, a fin de que la empresa constructora-operadora pueda garantizar la viabilidad económica del proyecto.

- A la empresa constructora-operadora se le recomienda evaluar constantemente la situación social, política y económica de la región y del país para determinar los factores supuestos que afectan directamente la ejecución de las actividades del proyecto incumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

BIBLIOGRAFÍA

1 INTERNET. (2004). **naturalgas.org.** [Documento en línea]. Disponible en: http://www.naturalgas.org/overview/history.asp. [30 de enero de 2007].

2 **naturalgas.org**. (2004). Ibidem.

3 VILLARRROEL, Y. Y OTROS. (SF). **Hidrocarburos. "Gas natural"**. [Documento en línea]. Disponible: http://www.monografias.com/trabajos10/gase/gase.shtml. [30 de enero de 2007].

4 LANDER, L. (1998). **La apertura petrolera en Venezuela: De la nacionalización a la privatización**. [Documento en línea]. Disponible: http://ladb.unm.edu/econ/content/ecosoc/1998/january/apertura.htm. [30 de enero de 2007].

5 LANDER, L. (1998): Ibidem. Passim.

6 INTERNET. (2005). **PDVSA. "Reseña histórica"**. Documento en línea]. Disponible en: http://www.pdvsa.com/index.php?tpl=interface.sp/design/readmenu.tpl.html &newsid_obj_id=547&newsid_temas=94. [30 de noviembre de 2006].

7 AZÓCAR. L Y OTROS. (1997). **Tesis de grado. "Gas metano". Alternativa de inversión para gasificar a Ciudad Guayana- Estado Bolívar.** Puerto Ordaz (Venezuela): UNEG. Passim.

8 AZÓCAR. L Y OTROS. (1997): Ibidem. Passim.

9 INTERNET. (2004). **naturalgas.org.** [Documento en línea]. Disponible en: http://www.naturalgas.org/overview/background.asp. [30 de enero de 2007].

10 **naturalgas.org**. (2004): Ibidem.

11 Díaz, E. (2001). **Gas natural en Venezuela. "Gases corteza terrestre. Obtención. Perforación. Reservas venezolanas"**. Venezuela. Pp. 8.

12 Díaz, E. (2001): Ibidem.

13 Díaz, E. (2001): Ibidem.

14 INTERNET. (SF). **El gas natural. "Energía ecológica: Una energía en alza"**. [Documento en línea]. Disponible en: http://www.gasnatural.com/servlet/ContentServer?gnpage=1-30-2&centralassetname=1-30-3-4-2-0. [26 de febrero de 2007].

15 **El gas natural. "Energía ecológica: Una energía en alza"**. (SF): Ibidem.

16 **El gas natural. "Energía ecológica: Una energía en alza"**. (SF): Ibidem.

17 INTERNET. (SF). **Gas. "Medio ambiente"**. [Documento en línea]. Disponible en: http://www.proyectogeo.com/gas/medio_ambiente.asp. [26 de febrero de 2007].

18 MARTÍNEZ, M. (SF). **Las redes de gas en las ciudades**. [Documento en línea]. Disponible en: http://www.gas-training.com/Articulos/redes_gas_ciudades.htm. [26 de febrero de 2007].

19 MARTÍNEZ, M. (SF): Ibidem.

20 MARTÍNEZ, M. (SF): Ibidem. Passim.

21 MARTÍNEZ, M. (SF): Ibidem. Passim.

22 INTERNET. (SF). **EL enfoque de Marco Lógico**. [Documento en línea]. Disponible: http://www.sifp.org.mx/file/boletin/Anexo2B42006.pdf. 25 de febrero de 2007].

23 AZÓCAR. L Y OTROS. (1997): Ob. Cit. Passim.

24 INTERNET. (1999). ***Glosario de Carlos von der Becke*. "Análisis de sensibilidad"** [Documento en línea]. Disponible en: http://www.geocities.com/ohcop/asensibi.html. [25 de febrero de 2007].

25 LAVANDA, D. (2005). **Evaluación económica y financiera del proyecto de ampliación de la textil San Cristóbal S.A.** [Documento en línea]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos26/proyecto-ampliacion/proyecto-ampliacion3.shtml. [25 de febrero de 2007].

26 ANZIL, F. (2005). **Econlink.com.ar Textos de Análisis Económico 2005. "Criterios de Decisión"**. [Documento en línea]. Disponible en: http://www.econlink.com.ar/economia/criterios/tir.shtml; [05 de marzo de 2007].

27 PÉREZ, J. (2002). **Importancia del liderazgo directivo en el desempeño docente en la I y II etapa de educación básica.** [Documento en línea]. Caracas, Venezuela. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos13/lider/lider2.shtml; [17 de noviembre de 2006].

28 INTERNET. (2001). **ENCICLOPEDIA ELECTRÓNICA WIKIPEDIA. "La enciclopedia libre"**. (Edición en español de Wikipedia, iniciada en el 2001.). Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/; [22 de marzo de 2007].

29 MARTÍNEZ, E. (1994). **Ciencia, tecnología y desarrollo. "Interrelaciones teóricas y metodológicas**". Caracas. Nueva sociedad. Pág. 517.

30 ALCAIDE, A. (1979). **Estadística aplicada a las ciencias sociales.** España. Ediciones Pirámide. Segunda edición.

31 ONCINS, M. (SF). **Centro nacional de condiciones de trabajo. "Methodology for Implementation".** [Documento en línea]. Disponible: http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_283.htm. [30 de enero de 2007].

32 VILLARRROEL, Y. Y OTROS. (SF). Ob Cit. Passim.

33 INTERNET. (SF). **Gas natural. "El gas natural, la energía del siglo XXI"**. [Documento en línea]. Disponible: http://www.gasnatural.com/servlet/ContentServer?gnpage=1-10-1&centralassetname=1-10-BloqueHTML-1120. [30 de enero de 2007].

34 INE. (2002). **Censo 2001. "Primeros resultados. XIII censo general de población y vivienda"**. [Documento en línea]. Disponible: http://www.ine.gov.ve. [30 de enero de 2007].

35 MINISTERIO DE ENERGÍA Y PETRÓLEO. (2006). **Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela. "Número 38.378"**. Año CXXXIII. Mes V. Caracas, lunes 13 de febrero de 2006.

36 MINISTERIO DE ENERGÍA Y PETRÓLEO. (2006). **Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela. "Número 38.386"**. Año CXXXIII. Mes V. Caracas, jueves 23 de febrero de 2006.