

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**PLANTEAMIENTO DE UNA ALTERNATIVA ENERGÉTICA
RENOVABLE PARA EL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA EN LAS
CAMARONERAS DEL ECUADOR ENFOCADO EN EL CONSUMO
DE DIÉSEL Y SU IMPACTO AMBIENTAL**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERAS
AMBIENTALES**

LISETT AUGUSTA HERRERA GONZÁLEZ
lisett.herrera@outlook.com

GÉNESIS ALEJANDRA SOLÓRZANO NEIRA
genesis.solorzano@outlook.com

DIRECTOR: DR.-ING. PAÚL MARCELO POZO PALMA
marcelo.pozo@epn.edu.ec

QUITO, junio 2017

DECLARACIÓN

Nosotras, Lisett Augusta Herrera González, Génesis Alejandra Solórzano Neira, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Lisett Augusta Herrera González

Génesis Alejandra Solórzano Neira

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Lisett Augusta Herrera González y Génesis Alejandra Solórzano Neira, bajo mi supervisión.

Dr.-Ing. MARCELO POZO P.
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Mentefactura y José Galindo por abrirnos las puertas al brindarnos la oportunidad de desarrollar este trabajo; en especial a Peter Foster por ser el precursor inicial de esta idea. A los chicos en la oficina Manu, Gaby, Leslie y Say por su ayuda y compañía.

Al Dr. Marcelo Pozo por aceptar dirigir este estudio y por su guía siempre oportuna.

Al Ing. Esteban Valencia y al Ing. Pablo Pinto por aportar con sus conocimientos en la realización de este trabajo.

A los señores representantes de las camaroneras quienes siempre estuvieron dispuestos a colaborar con la información solicitada.

Lisett H. y Génesis S.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien ha sido mi fortaleza, mi protector y ha cuidado mis pasos para poder cumplir este objetivo.

A mis padres, Patricia y Emiliano, un ejemplo de vida a seguir. A mi padre quien me inculcó el gusto por la literatura y la música, a mi madre por quien gracias a sus oraciones y amor incondicional he llegado hasta aquí.

A mis hermanos, Ivon y Javier, les agradezco por su apoyo, compañía, cariño fraterno y consejos durante todo este tiempo.

A mi pequeña Emma, quien sin saberlo ha sido una fuente de alegría, me ha llenado de risas y momentos inolvidables.

A toda mi familia, a mi abuelita a quien siempre recuerdo, a mis tíos y primos, quienes de una u otra manera han mostrado su preocupación y apoyo; les agradezco porque me han enseñado valores inolvidables como el amor a la familia. En especial a mi prima Belén quien ha sido amiga, prima y compañera desde que Dios me dio la vida, y juntamente con Esteban alegraron mis noches e hicieron de mi estancia un tiempo alegre.

A Flavio, por su amor y apoyo incondicional en este trabajo, por sus consejos, su sonrisa, por haber compartido junto a mí momentos inolvidables, por volar y soñar juntos.

A mi mejor amiga Karen, quien ha estado en cada momento de mi vida, su compañía y apoyo nunca hicieron falta.

A mis amigas y amigos con los que he reído, viajado y disfrutado, en especial a Majo, Gata, Mafer, Neshat, Lichi, Crispy quienes de distintas formas han hecho de estos años un tiempo lleno de momentos memorables e inolvidables.

A mi compañera de tesis y buena amiga Lichi, gracias por su paciencia, su tiempo, empeño y esmero en este trabajo. Dios nos ha juntado para vivir esta y otras experiencias llenas de alegría.

Génesis S.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque su amor siempre fue más fuerte que mis dudas y miedos.

Gracias a mis padres Enma y Eduardo, son los pilares fundamentales de mi vida. Sin su amor invaluable y sus sacrificios constantes no hubiese sido posible alcanzar esta meta. Les debo mi admiración, gratitud y respeto para siempre.

A mis hermanos, Mayri y Edu, y a mis sobrinos, Johan y Aileen. Gracias por alegrar mi corazón con su presencia y sonrisas. Tenerles a mi lado en los momentos difíciles ha hecho todo mucho más llevadero.

A Pipo, por llegar en el momento exacto y ser mi bonita bendición. Gracias por tu amor y cariño.

A mis amigas babies Mafer, Génesis, Neshat y Crispi por las experiencias compartidas y por la ayuda brindada a lo largo de todo el trayecto politécnico y a Dani Cisneros, gracias por ayudarme en una de las etapas más difíciles que tuve en mi vida y estar siempre pendiente.

Un agradecimiento especial a Génesis por ser mi amiga incondicional y por compartir esta experiencia de tesis conmigo. Te deseo toda la felicidad de este mundo.

Lisett H.

DEDICATORIA

A mis padres Patricia y Emiliano, a mis hermanos Ivon y Javier, y a la pequeña Emma, sin ustedes mi vida no sería tan feliz.

Y a ti, mi compañero de sueños y de vida.

Génesis S.

DEDICATORIA

A mis padres Enma y Eduardo, son las joyas más hermosas de mi vida.

A mis pequeños, Edu, Johan y Aileen, que esto, a pesar de no ser el mayor de los logros, pueda motivarles a esforzarse y perseguir sus sueños.

Lisett H.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTOS	IV
AGRADECIMIENTOS	V
AGRADECIMIENTOS	VII
DEDICATORIA	VIII
DEDICATORIA	IX
CONTENIDO	X
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XVI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIX
SIMBOLOGÍA Y SIGLAS	XX
RESUMEN	XXII
ABSTRACT	XXIII
PRESENTACIÓN	XXIV
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 OBJETIVO GENERAL	3
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5 ALCANCE	4
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO	6
2.1 LAS FINCAS CAMARONERAS	6

2.1.1 CICLO DE VIDA DEL CAMARÓN.....	6
2.1.2 ESTRUCTURA DE LAS FINCAS CAMARONERAS	10
2.1.3 PROCESO PRODUCTIVO EN LAS CAMARONERAS	13
2.1.4 PROCESOS OPERATIVOS	19
2.2 MAQUINARIA DENTRO DE LAS FINCAS.....	22
2.2.1 GENERADOR ELÉCTRICO	22
2.2.2 AIREADOR MECÁNICO	22
2.2.3 ESTACIÓN DE BOMBEO	23
2.2.4 CURVA DEL SISTEMA DE BOMBEO	25
2.3 EL DIÉSEL COMO FUENTE ENERGÉTICA.....	36
2.3.1 EL DIÉSEL EN EL SECTOR CAMARONERO	36
2.3.2 SUBSIDIO	36
2.3.3 IMPACTOS AMBIENTALES DEL USO DEL DIÉSEL	38
2.4 GENERACIÓN DE ENERGÍA POR FUENTES ALTERNAS	45
2.4.1 ENERGÍA EÓLICA.....	45
2.4.2 ENERGÍA GEOTÉRMICA.....	45
2.4.3 ENERGÍA HIDRÁULICA	46
2.4.4 BIOMASA	46
2.4.5 ENERGÍA SOLAR.....	47
2.5 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	47
2.5.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	47
2.5.2 ESTADÍSTICAS DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	49
2.5.3 EL SISTEMA FOTOVOLTAICO	50
2.5.4 BOMBEO DE AGUA MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	54
CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA.....	60
3.1 MUESTRA BASE.....	60
3.1.1 PROVINCIAS.....	60
3.1.2 TAMAÑOS	60

3.2 ELABORACIÓN DE LA ENCUESTA.....	63
3.2.1 SECCIONES DE LA ENCUESTA	63
3.2.2 APLICACIÓN DE LA ENCUESTA.....	64
3.3 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL SOBREDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO.....	64
3.4 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO.....	65
3.5 METODOLOGÍA DEL DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO.....	66
3.5.1 SISTEMA BOMBA-MOTOR-INVERSOR	66
3.5.2 BATERÍAS DE ACUMULACIÓN	66
3.5.3 PANELES SOLARES	68
CAPÍTULO 4 CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	73
4.1 CÁLCULO DEL SOBREDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO	73
4.1.1 CÁLCULO DE LA CURVA DEL SISTEMA.....	73
4.2 CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO ATRIBUIDAS AL SOBREDIMENSIONAMIENTO	88
4.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO.....	91
4.3.1 SISTEMA BOMBA-MOTOR-ARRANCADOR-CONVERTIDOR ESTÁTICO DE FRECUENCIA.....	92
4.3.2 SISTEMA DE ACUMULACIÓN (BATERÍAS)	95
4.3.3 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS O PANELES SOLARES	97
CAPÍTULO 5 ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO.....	103
5.1 COSTO DE CAPITAL O TASA DE DESCUENTO	103
5.2 FLUJO DE CAJA	107
5.3 PROCESO DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS	107
5.4 METODOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS.....	109

5.4.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN)	109
5.4.2 TASA INTERNA DE RETORNO	110
5.4.3 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO.....	111
5.5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	112
5.5.1 ALTERNATIVA 1: SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO	113
5.5.2 ALTERNATIVA 2: SISTEMA DE BOMBEO DIÉSEL	116
5.6 ANÁLISIS DE FLUJOS DE CAJA	120
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
6.1 CONCLUSIONES	122
6.2 RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS.....	134

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1	ALIMENTACIÓN Y COMPORTAMIENTO EN LOS ESTADIOS LARVALES	9
TABLA 2.2	EFEECTO DEL OXIGENO DISUELTO EN CAMARONES.....	17
TABLA 2.3	PARÁMETROS DE LOS TIPOS DE CRIANZAS.	20
TABLA 2.4	PARÁMETROS DEL AGUA DE MAR	32
TABLA 2.5	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE BOMBAS SOLARES Y A DIÉSEL.....	54
TABLA 3.1	MUESTRA BASE.....	61
TABLA 3.2	MUESTRA FINAL	63
TABLA 3.3	DATOS PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO.....	66
TABLA 4.1	RUGOSIDAD ABSOLUTA PARA LOS MATERIALES DE LAS TUBERÍAS EN LAS CAMARONERAS.....	74
TABLA 4.2	RESULTADOS OBTENIDOS DE LA INTERSECCIÓN DE LAS CURVAS.....	81
TABLA 4.3	POTENCIAS CALCULADAS	82
TABLA 4.4	COMPARACIÓN DE POTENCIAS CALCULADAS Y TEÓRICAS.	84
TABLA 4.5	TABLA DE POTENCIAS.....	85
TABLA 4.6	CONSUMO DE GALONES DE DIÉSEL PARA LAS POTENCIAS CALCULADAS Y TEÓRICAS DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO	86
TABLA 4.7	COSTOS DE DIÉSEL POR SOBREDIMENSIONAMIENTO POR ESTACIÓN DE BOMBEO.	87
TABLA 4.8	RESULTADOS OBTENIDOS POR SOBREDIMENSIONAMIENTO.....	88
TABLA 4.9	EMISIONES POR SOBREDIMENSIONAMIENTO.....	88
TABLA 4.10	EMISIONES DE CO ₂ DE TODO EL SECTOR EN BASE A LAS ENCUESTAS.....	90

TABLA 4.11	RESUMEN DE RESULTADOS POR SOBREDIMENSIONAMIENTO.....	91
TABLA 4.12	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE BOMBEO DIÉSEL DE LA CAMARONERA C	92
TABLA 4.13	CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO	93
TABLA 4.14	CARACTERÍSTICAS DEL ARRANCADOR SUAVE DE VELOCIDAD	93
TABLA 4.15	CARACTERÍSTICAS DE LOS CONVERTIDORES ESTÁTICOS DE ENERGÍA.....	94
TABLA 4.16	CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS	95
TABLA 4.17	NÚMERO DE BATERÍAS EN EL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO.....	96
TABLA 4.18	DATOS DE INSOLACIÓN GLOBAL PARA LA ISLA QUIÑONEZ - GUAYAS	98
TABLA 4.19	PÉRDIDAS EN LOS PANELES SOLARES	100
TABLA 4.20	NÚMERO DE PANELES.....	101
TABLA 4.21	EXTENSIÓN DE LOS MÓDULOS SOLARES EN EL TERRENO.....	101
TABLA 5.1	RIESGO PAÍS (EMBI ECUADOR).....	106
TABLA 5.2	TASA DE INFLACIÓN	106
TABLA 5.3	COSTO DE CAPITAL	107
TABLA 5.4	CARGA DE ENERGÍA DIARIA EN LA CAMARONERA C	113
TABLA 5.5	COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	113
TABLA 5.6	COSTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO ...	115
TABLA 5.7	COSTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO A DIÉSEL CON SUBSIDIO	118
TABLA 5.8	COSTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO A DIÉSEL SIN SUBSIDIO	119
TABLA 5.9	RESULTADOS DE VAN PARA CADA ALTERNATIVA.....	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 2.1	CICLO VITAL DE UN CAMARÓN PENEIDO TÍPICO ..7
ILUSTRACIÓN 2.2	FASES LARVALES DEL CAMARÓN.....9
ILUSTRACIÓN 2.3	FINCA CAMARONERA Y SUS PISCINAS DE CRÍA .11
ILUSTRACIÓN 2.4	CANAL RESERVORIO EN UNA FINCA CAMARONERA.12
ILUSTRACIÓN 2.5	ESTACIÓN DE BOMBEO DE UNA FINCA CAMARONERA.13
ILUSTRACIÓN 2.6	PROCESO PRODUCTIVO EN LAS FINCAS CAMARONERAS.....14
ILUSTRACIÓN 2.7	REPRESENTACIÓN DEL PROCESO DE AIREACIÓN EN UNA PISCINA.18
ILUSTRACIÓN 2.8	OSCILACIÓN DIURNA Y NOCTURNA DEL OXÍGENO DISUELTO EN ESTANQUES DE CULTIVO DEBIDO A LA FOTOSÍNTESIS Y RESPIRACIÓN.....18
ILUSTRACIÓN 2.9	CRianza EXTENSIVA DEL CAMARÓN.20
ILUSTRACIÓN 2.10	CRianza SEMI-INTENSIVA DEL CAMARÓN.21
ILUSTRACIÓN 2.11	CRianza INTENSIVA DEL CAMARÓN.21
ILUSTRACIÓN 2.12	DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN GENERADOR....22
ILUSTRACIÓN 2.13	AIREADORES DE PALETA.....23
ILUSTRACIÓN 2.14	ESTACIÓN DE BOMBEO EN UNA CAMARONERA. 24
ILUSTRACIÓN 2.15	ESQUEMA DE FLUJO EN UNA TUBERÍA25
ILUSTRACIÓN 2.16	DIAGRAMA DE MOODY33
ILUSTRACIÓN 2.17	ÁBACO PARA EL CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA ADICIONALES34
ILUSTRACIÓN 2.18	CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA35
ILUSTRACIÓN 2.19	PRECIO EN TERMINAL PARA DERIVADOS DEL PETRÓLEO.37
ILUSTRACIÓN 2.20	COMPOSICIÓN DE LOS COMPUESTOS DE ESCAPE DE UN MOTOR DIÉSEL.....39

ILUSTRACIÓN 2.21	REPRESENTACIÓN DEL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA CÉLULA FOTOVOLTAICA.	48
ILUSTRACIÓN 2.22	CUADRO DE EFICIENCIAS ALCANZADAS PARA CELDAS SOLARES.....	49
ILUSTRACIÓN 2.23	FUENTES ENERGÉTICAS EN EL ECUADOR.....	50
ILUSTRACIÓN 2.24	SISTEMA FOTOVOLTAICO	51
ILUSTRACIÓN 2.25	SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO.	52
ILUSTRACIÓN 2.26	SISTEMA SOLAR CONECTADO A LA RED	53
ILUSTRACIÓN 2.27	ESQUEMA DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO.....	55
ILUSTRACIÓN 2.28	SEGUIMIENTO DE PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA (MPPT) Y GESTIÓN DE ENERGÍA.	57
ILUSTRACIÓN 4.1	ARREGLO DEL SISTEMA DE BATERÍAS EN SERIE Y PARALELO.....	96
ILUSTRACIÓN 4.2	ARREGLO DEL SISTEMA DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN SERIE Y PARALELO.....	102
ILUSTRACIÓN 5.1	COEFICIENTE BETA SECTORIAL	105

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 2.1	DISTRIBUCIÓN DE LOS GASES DEL EFECTO INVERNADERO.	44
GRÁFICO 3.1	CONSUMO DE DIÉSEL EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DEL SECTOR CAMARONERO	62
GRÁFICO 3.2	CONSUMO DE DIÉSEL EN EL SISTEMA DE BOMBEO DE LAS CAMARONERAS.	62
GRÁFICO 4.1	CURVA DEL SISTEMA DE LA BOMBA DELTA 36"-CAMARONERA "A".	77
GRÁFICO 4.2	CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA DELTA 36"	78
GRÁFICO 4.3	INTERSECCIÓN DE LA CURVA DEL SISTEMA (HB) Y CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA DELTA 36", CAMARONERA "A".	78

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	ENCUESTA APLICADA A LAS CAMARONERAS	135
ANEXO 2	INFORMACIÓN BASE DE LAS CAMARONERAS	138
ANEXO 3	INFORMACIÓN BASE DE LAS CAMARONERAS	143
ANEXO 4	CURVA DEL SISTEMA Y PUNTO DE OPERACIÓN	146
ANEXO 5	CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS	186
ANEXO 6	HOJAS TÉCNICAS DE MOTORES (POTENCIAS CALCULADAS).....	193
ANEXO 7	HOJAS TÉCNICAS MOTORES (POTENCIAS TEÓRICAS) .	211
ANEXO 8	CONSUMO ENERGÉTICO POR PRODUCCIÓN	222
ANEXO 9	BOMBA ELÉCTRICA 200 HP	225
ANEXO 10	MOTOR ELÉCTRICO WEG 270 HP	227
ANEXO 11	ARRANCADOR SUAVE DE VELOCIDAD 220 KW	233
ANEXO 12	CONVERTIDORES ESTÁTICOS DE ENERGÍA ZIGOR SOLAR 150 KW Y 30 KW	235
ANEXO 13	BATERÍA GEL 1280 AH	238
ANEXO 14	PANEL SOLAR 310 WP	241
ANEXO 15	MAPA DE INSOLACIÓN.....	244
ANEXO 16	TEMPERATURA AMBIENTE MEDIA MENSUAL	246
ANEXO 17	ALTERNATIVA 1.-ESCENARIO 1: SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO.....	248
ANEXO 18	ALTERNATIVA 2.-ESCENARIO 1: SISTEMA DE BOMBEO DIÉSEL CON SUBSIDIO	250
ANEXO 19	ALTERNATIVA 2.-ESCENARIO 2: SISTEMA DE BOMBEO DIÉSEL SIN SUBSIDIO	252

SIMBOLOGÍA Y SIGLAS

\$	Dólares
%	Porcentaje
A	Amperios
Ah	Amperios-hora
ARCONEL	Agencia de Regulación y Control de Electricidad
BCE	Banco Central del Ecuador
CEMAER	Centro de Estudios, Medio Ambiente y Energías Renovables
CFC	Clorofluocarbonos
CH ₄	Metano
CMCC	Convención Marco sobre el Cambio Climático
CNA	Cámara Nacional de Acuicultura
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
FAO Agricultura	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FLACSO	Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador
gal	Galón
GIZ Cooperación Alemana	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)/ Cooperación Alemana
GW	Gigawatts
h	Horas
Ha	Hectáreas
HC	Hidrocarburos
hp	Caballos de fuerza
HSP	Horas de sol pico
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
Kg	Kilogramos
km	Kilómetros
kW	Kilovatios
kWh	Kilovatios-hora
L	Litros
lb	Libras

m	Metro
MAE	Ministerio de Ambiente del Ecuador
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
mg	Miligramos
MICSE	Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos
MIPRO	Ministerio de Industrias y Productividad
MPPT	Punto de Máxima Potencia
N	Newtons
N ₂	Nitrógeno
N ₂ O	Óxido Nitroso
NO _x	Óxidos de Nitrógeno
O ₂	Oxígeno
O ₃	Ozono
°C	Grados centígrados
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OPS	Organización Panamericana de la Salud
pH	Potencial de Hidrógeno
PM	Material Particulado
PNBV	Plan Nacional del Buen Vivir
ppm	Partes por millón
pulg	Pulgadas
RPM	Revoluciones por minuto
s	Segundos
SENPALDES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SNI	Sistema Nacional Interconectado
SO ₂	Dióxido de Azufre
TJ	Terajulios
Ton	Toneladas
V	Volts
W	Watio
Wp	Vatios pico

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el consumo de diésel en los sistemas de bombeo del sector camaronero ecuatoriano. El bombeo es uno de los procesos principales dentro de la producción de camarón, su objetivo en las fincas camaroneras es la renovación de agua, llenado de las piscinas y aireación. Este proceso se encuentra ligado a un alto consumo de combustible diésel, lo cual tiene repercusiones que afectan al ambiente debido a las emisiones de dióxido de carbono. Las camaroneras estudiadas en este trabajo son de grandes extensiones de terreno que requieren bombas de altas potencias y que, por lo tanto, presentan un elevado consumo de diésel. Este trabajo se enfoca en dos puntos importantes para disminuir el uso del combustible y las emisiones de dióxido de carbono. El primero se basa en el análisis de un posible sobredimensionamiento con respecto a las potencias de las bombas en las fincas, para verificar este punto se realiza un cálculo de las potencias requeridas para las bombas según las características de las fincas y posteriormente se las compara con las potencias de las bombas que se encuentran actualmente dentro de las camaroneras. Luego, en el caso de existir una diferencia entre las potencias calculadas y las que tienen actualmente en las fincas, se realiza el cálculo de la cantidad de diésel que se consume de acuerdo a estas potencias para, a continuación, calcular la cantidad de combustible debido al sobredimensionamiento. Además, se determina la cantidad de dióxido de carbono que se emite en exceso al medio ambiente. El segundo punto se trata de proponer una alternativa de energía renovable solar fotovoltaica para el sistema de bombeo en una camaronera de la muestra, en la que actualmente se requiere un cambio debido a la edad del sistema de bombeo. En esta propuesta se reemplazan las bombas a diésel por bombas eléctricas con la finalidad de disminuir el uso de diésel. Una vez realizado el dimensionamiento del sistema solar para el bombeo dentro de una finca, se hace una comparación financiera del sistema convencional diésel con el renovable mediante métodos de evaluación de proyectos para determinar la alternativa más viable para la finca.

ABSTRACT

This study analyses the diesel consumption of pumping system in shrimp farming in Ecuador. Pumping is one of the most important processes within the shrimp production. It aims is to renew water, fill and aerate pools. This process leads to a high consumption of diesel fuel and negative impacts to the environment due to carbon dioxide emissions. Shrimp farms studied in this project occupy large area of land that requires high power pumps, thus high consumption of diesel. This study focuses on two important aspects: reduction of the use of fuel and carbon dioxide emissions. The first one is based on a hypothesis of a potential oversize in water pump which are used in the farms. To verify this hypothesis, it is necessary to calculate the power of the pumps required by the farms, based on their characteristics. The results are then compared with the ones that are currently used on the shrimp farms. If there is a gap between the calculated powers and those currently used on farms, the amount of diesel consumed by these powers is calculated as well as the amount of fuel due to oversizing. Through this, it is also possible to determine the amount of carbon dioxide emitted in excess to the environment. The second aspect is to propose a photovoltaic renewable energy alternative for the pumping system in a shrimp farm where it is necessary to change the pumping system due to its age. This alternative replaces diesel pumps with electric ones in order to decrease the use of diesel. Once the sizing of the solar system is carried out, a financial comparison of the conventional diesel system with the renewable one is made through project evaluation method to determine the most viable alternative for the farm.

PRESENTACIÓN

El presente estudio tiene como objetivo principal proponer una alternativa energética renovable para el sistema de bombeo de agua dentro de las camaroneras en el Ecuador y comparar su viabilidad con la del sistema convencional de bombeo. Adicionalmente, tiene como objetivo realizar un análisis del sobredimensionamiento de este sistema enfocado en el consumo de diésel y las emisiones de CO₂ relacionadas al mismo. Este trabajo se basa en el Proyecto “Introduction of Photovoltaic Energy in Ecuadorian Shrimp Farms” realizado por la consultora Mentefactura junto con la Cooperación Alemana GIZ.

El presente documento contiene 6 capítulos que se encuentran detallados a continuación:

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.- Se describe el planteamiento del problema y la justificación por la cual se realiza este trabajo. Además se detalla sus objetivos y alcance.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.- En el marco teórico consta la descripción de las fincas camaroneras, así como de los procesos productivos y operativos que se llevan a cabo dentro de ellas. Adicionalmente, se realiza una revisión bibliográfica del principio de la energía fotovoltaica, de la situación actual del diésel en el Ecuador, y del análisis financiero de proyectos.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.- En esta sección se detalla la metodología utilizada para el estudio, se incluye el diseño del sistema fotovoltaico, análisis del sobredimensionamiento del sistema de bombeo y emisiones de dióxido de carbono.

CAPÍTULO 4: CÁLCULOS Y RESULTADOS.- En este capítulo se efectúan los cálculos necesarios respecto al sobredimensionamiento, emisiones de dióxido de carbono y diseño del sistema fotovoltaico.

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO.- Se realiza una evaluación de la alternativa fotovoltaica propuesta y del sistema de bombeo convencional diésel usado en las fincas para posteriormente elegir la más viable.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.- Este último capítulo comprende las conclusiones obtenidas del estudio junto con las recomendaciones que se desprenden del mismo.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El bombeo de agua marina es uno de los procesos operativos de mayor importancia en las fincas camaroneras. Las bombas son utilizadas para el recambio de agua de las piscinas de cría con la finalidad de aumentar el nivel de oxígeno disuelto, parámetro indispensable en el cultivo del camarón. En su mayoría, las bombas han sido adquiridas bajo consideraciones empíricas, es decir, sin un análisis previo de la demanda de potencia, generando así un sobredimensionamiento en las maquinarias y consecuentemente un mayor consumo energético. Por otro lado, éstas demandan gran cantidad de diésel, principal fuente de alimentación de energía, dado que se mantienen encendidas durante muchas horas diarias. Al estar sobredimensionadas, las bombas generan un consumo innecesario de diésel que se traduce en emisiones injustificadas de dióxido de carbono al ambiente. Una alternativa ante este problema es utilizar bombas eléctricas. Sin embargo, esto se ve limitado debido a que pocas fincas camaroneras cuentan con conexión al Sistema Nacional Interconectado.

Actualmente, en el Ecuador los combustibles derivados de petróleo están subsidiados por el estado y su precio de comercialización es relativamente bajo. Sin embargo, ante la decisión del gobierno de incentivar el uso de energías renovables, se propone en la nueva matriz energética nacional migrar el alto consumo de derivados del petróleo hacia otras alternativas (SENPLADES, 2013), estableciendo la eliminación gradual de los subsidios. Dicha eliminación ocasionaría un alto impacto en el sector camaronero por la alta dependencia que esta industria tiene del diésel, generando un incremento considerable en los costos de producción del camarón, lo que ocasionaría una baja en la competitividad del país con otros productores.

Mediante un análisis y cuantificación del posible sobredimensionamiento de las bombas en las camaroneras se podría determinar la cantidad de diésel que está siendo desaprovechado y las emisiones de CO₂ que se generan por esta causa. Adicionalmente, el uso de energías renovables en el sistema de bombeo en las camaroneras, podría ser una alternativa técnica viable puesto que no produce emisiones de carbón a la atmósfera y de esta manera no contribuye al incremento del efecto invernadero, el costo de mantenimiento es mínimo, su tiempo de vida útil está entre 25 a 30 años y se lo utiliza en lugares donde no llegan las redes de distribución eléctrica (Cervantes & Muñoz, 2010). Además, podría ser una solución ante el problema económico que presenta posible eliminación del subsidio del diésel, el alto consumo del mismo y la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Según el Balance Energético Nacional del Ecuador, el consumo por tipo de fuentes energéticas se concentra en diésel (31%), gasolinas (28%), electricidad (14%), gas licuado de petróleo (8%) y fuel oil (8%) (MICSE, 2015). De acuerdo con esta información, el diésel, al igual que los demás derivados del petróleo, son combustibles altamente consumidos a nivel de todos los sectores puesto que son fuentes energéticas de fácil acceso para la población. El precio de venta de estos combustibles se atribuye como una ventaja en comparación con otros países porque el Estado los subsidia. Sin embargo, existe una afectación ambiental relacionada al diésel, y esto es, que su uso conlleva a emisiones de gases de efecto invernadero al medio ambiente como por ejemplo el CO₂.

En el año 2013, el gobierno ecuatoriano estableció el Plan Nacional del Buen Vivir, que contiene un conjunto de metas que se pretende aplicar hasta el año 2017. Uno de los objetivos planteados es asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica. Este objetivo se apoya en políticas y lineamientos que “buscan reestructurar la matriz

energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva... con incremento de la participación de energías renovables”. (SENPLADES, 2013). Mediante el cambio de la matriz energética se busca reducir la fuerte dependencia de la economía nacional del petróleo y aumentar de manera sustentable la producción nacional de energía.

Dentro del cambio de la matriz energética, el gobierno ha decidido reducir el subsidio al diésel, lo que tendría una gran afectación al sector camaronero por ser uno de los sectores productivos más representativos del país. Dicho sector es uno de los más dependientes hacia el diésel, puesto que dicho combustible se utiliza para el funcionamiento de las bombas de agua que son maquinarias imprescindibles en el proceso productivo de las camaronas. Por esta razón, se ha considerado la necesidad de realizar un estudio enfocado en dos aspectos ambientalmente importantes. El primero está orientado al análisis del sobredimensionamiento de las bombas y su relación con las emisiones de dióxido de carbono al ambiente. En el segundo aspecto se propone un estudio de factibilidad vinculado al uso bombas eléctricas que reemplacen a las bombas convencionales que funcionan con diésel; en vista de que, en el mercado, cada vez aparecen motores eléctricos de mayor eficiencia, que los convierte en sustitutos adecuados de otro tipo de motores usados en bombeo de agua, pero principalmente de los motores de combustión interna que usan algún tipo de combustible fósil. (Barriga, 2011).

1.3 OBJETIVO GENERAL

Plantear una alternativa energética renovable en base al análisis del sobredimensionamiento del sistema de bombeo de agua marina dentro de las fincas camaroneras en el Ecuador enfocado en el consumo de diésel y su impacto en el medio ambiente.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis del posible sobredimensionamiento de la potencia de las bombas utilizadas dentro de las fincas camaroneras.
- Calcular la cantidad de emisiones de dióxido de carbono que están relacionadas directamente al sobredimensionamiento de las bombas en las fincas camaroneras.
- Proponer un sistema de bombeo fotovoltaico para una camaronera y comparar su viabilidad con respecto al sistema convencional de bombeo a diésel.

1.5 ALCANCE

Este estudio está orientado a un análisis del sistema de bombeo de las camaroneras grandes (250-1000 ha) y especiales (mayores a 1000 ha) obtenida de la muestra en el proyecto Introduction of Photovoltaic Energy in Ecuadorian Shrimp Farming enfocado principalmente en el consumo de diésel, ya que es esencial para el funcionamiento de las bombas empleadas dentro de las fincas camaroneras. Parte de este estudio se basa en la información recopilada por parte del proyecto acerca de los procesos productivos y el consumo de diésel ligado a estos, en las fincas camaroneras del Ecuador. En primer lugar, el análisis apunta a la posibilidad de un sobredimensionamiento en las bombas, considerado un aspecto importante en vista de que esto se relaciona directamente con la demanda de diésel y las emisiones de CO₂ al ambiente. En segundo lugar, se presenta una alternativa energética renovable que reemplaza las bombas diésel por bombas eléctricas alimentadas con energía fotovoltaica dando lugar al uso de energías renovables en este sector y a la disminución de la demanda de diésel en el país.

A partir de los datos recopilados y, mediante un levantamiento de información adicional se realiza un análisis que permita determinar el sobredimensionamiento en el sistema de bombeo. Esto se hará mediante la comparación de las potencias provistas en las encuestas y las calculadas matemáticamente como se indica en la bibliografía disponible. En base a los datos de consumo de diésel de las bombas, se calcula las emisiones de dióxido de carbono generadas por motivo del sobredimensionamiento a partir del cálculo de las cantidades de carbono contenido en el diésel. Adicionalmente se realiza un diseño para el sistema de bombeo usando energía fotovoltaica dentro de una camaronera de la muestra que tiene como objetivo la implementación de energía limpia y renovable en la finca. Finalmente se hace una comparación del sistema de bombeo a diésel y el fotovoltaico a través de un análisis financiero mediante métodos de evaluación de proyectos para así determinar la alternativa más conveniente para la finca

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

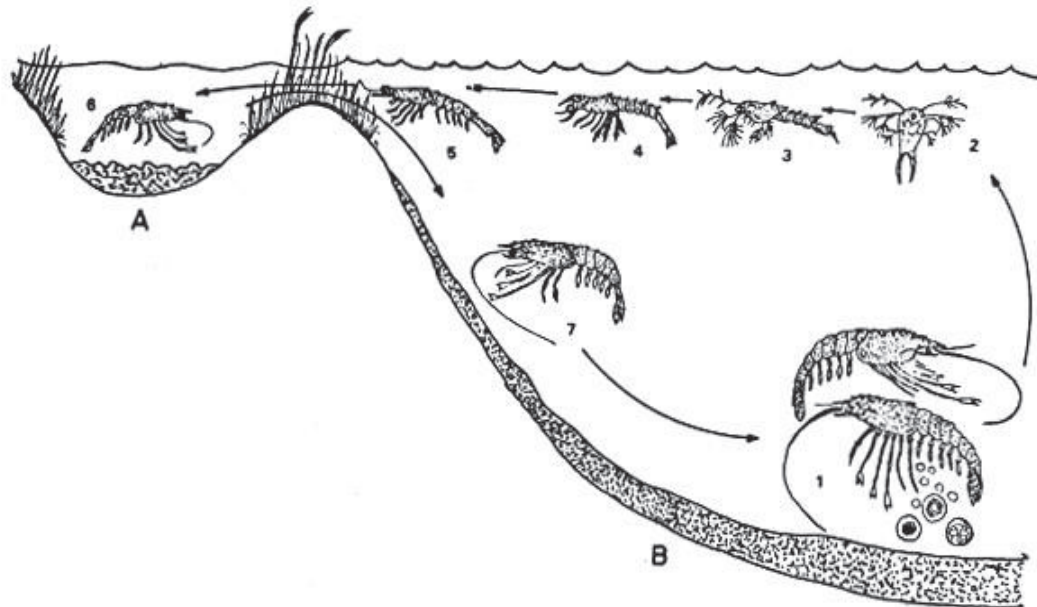
2.1 LAS FINCAS CAMARONERAS

Las fincas camaroneras son extensiones de terreno que contienen piscinas que son llenadas con agua de mar, donde se cultiva el camarón desde su etapa larvaria hasta su maduración y crecimiento hasta llegar al tamaño óptimo. En el territorio ecuatoriano existen 3.046 fincas camaroneras registradas en el MAGAP que ocupan un área aproximada de 212 mil hectáreas. Se encuentran ubicadas en la zona litoral del país dentro de manglares, islas y esteros, donde se consigue las condiciones más favorables para la cría del crustáceo.

2.1.1 CICLO DE VIDA DEL CAMARÓN

Las especies de camarón que se encuentran en el Ecuador se conocen como peneidos y son: *Penaeus stylirostris*, *Penaeus vannamei* y *Penaeus occidentalis*. Su ciclo de vida se divide en dos partes: marina y estuarina. La reproducción inicia en las zonas alejadas de la costa donde el macho deposita en la hembra esperma que fertiliza los huevos a medida que son puestos. Los huevos maduran y pasan a través de una serie de estadios larvales hasta llegar a su maduración: nauplio, zoea, mysis y post-larva (Yunga G., 2013). En la Ilustración 2.1 se presenta el ciclo vital del camarón: proceso de maduración y reproducción (1); nauplio (2); protozoeas (3); mysis (4); postlarvas (5); juveniles (6) y adultos (7).

ILUSTRACIÓN 2.1 CICLO VITAL DE UN CAMARÓN PENEIDO TÍPICO



Fuente: (Food and Agriculture Organization FAO, 1988).

2.1.1.1 Estadios Larvales

- **NAUPLIO**

Este estadio se da luego de la eclosión del huevo, proceso que dura de 14 a 16 horas después de la fertilización. Tiene una longitud promedio de 0.5 mm y un ancho de 0.2 mm, dependiendo de la temperatura y la calidad del nauplio. Existen cinco sub-estadios naupliares y toda la fase dura aproximadamente de 40 a 50 horas. Se alimentan de las reservas de vitelo que son un conjunto de sustancias nutritivas que se encuentran almacenadas dentro del huevo y sirven para alimentar al embrión (Yunga G., 2013).

- **PROTOZOEA**

Aparece luego de la quinta metamorfosis de nauplio y se caracteriza por la diferenciación del cefalotorax con el abdomen y el nado hacia adelante. Éste estadio tiene una duración de 4 a 6 días, dependiendo del manejo y la calidad de la larva, consta de tres subestadios. A partir de la primera protozoea la larva comienza a absorber alimento del agua, que generalmente consiste en microalgas fitoplanctónicas (Yunga G., 2013).

- **MYSIS**

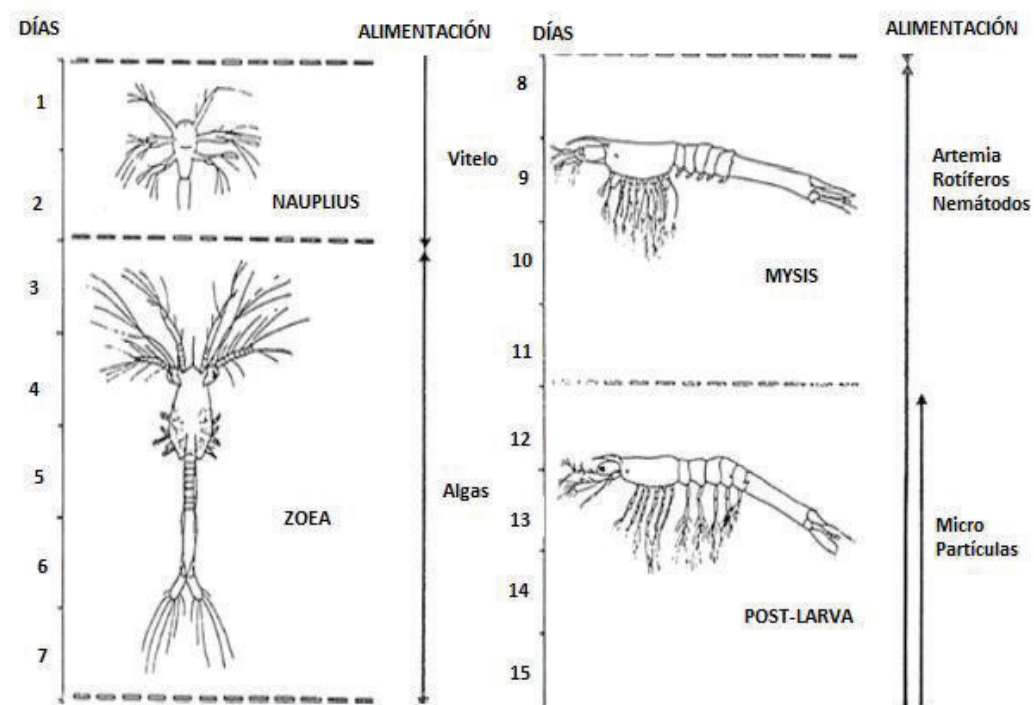
Ocurre luego del tercer estadio zoea, las larvas mudan pasando al mysis. En esta etapa el camarón tiene el cuerpo encorvado en la región abdominal y su nado es mediante contracciones abdominales. Consta de tres subestadios con una duración total de 3 días. Las larvas pueden ser alimentadas con artemia, rotíferos y nematodos; en los siguientes tres estadios se desarrollarán poco a poco los pleópodos hasta llegar a su estadio de post-larva (Yunga G., 2013). En la

- **POSTLARVA**

En este estadio el camarón se asemeja a un camarón en miniatura, está totalmente funcional, usa los pereiópodos para agarrarse y arrastrarse. Migra hacia la costa, a aguas menos profundas como manglares y esteros donde encuentran mayor disponibilidad de alimento y temperaturas, protección contra depredadores, menor salinidad; allí se mantiene durante un lapso de 3 a 4 meses donde llega a su estado adulto. Se alimenta principalmente con artemia, algas en menor cantidad y dietas artificiales. Posteriormente migra hacia el mar donde su crecimiento se acelera para luego poder reproducirse. Los machos maduran antes que las hembras, las hembras son sexualmente inmaduras cuando salen de los estuarios, llegan a su estado de madurez en la zona de apareamiento ubicada lejos de la costa a profundidades de 12 a 18 m. Para que se dé el proceso de apareamiento, la hembra debe haber mudado y encontrarse en un estado donde

su exoesqueleto es blando mientras que el macho debe tener su exoesqueleto duro. El desove se da durante la temporada cálida, las hembras ponen huevos en cantidades variables de acuerdo con la especie (entre 10.000 y 1.000.000). El tiempo de vida del camarón es de 12 meses, aunque algunos duran hasta 2 años (Yunga G., 2013).

ILUSTRACIÓN 2.2 FASES LARVALES DEL CAMARÓN



Fuente: Food and Agriculture Organization FAO, 1988

TABLA 2.1 ALIMENTACIÓN Y COMPORTAMIENTO EN LOS ESTADIOS LARVALES

ESTADIO	ALIMENTACION PRINCIPAL	COMPORTAMIENTO
Huevo	-	Flota, tendencia a depositarse en el fondo
Nauplius	Sus propias reservas	Locomoción por antenas, planctónicas
Protozoa	Filoplancton	Planctónicas, natación por apéndices cefálicos

Mysis	Zooplankton	Planctónicas, natación por apéndices del tórax
Postlarvas	Zooplankton y posteriormente alimentación omnívora	Los primeros estadios son planctónicos, luego de hábitos bentónicos, natación por pleópodos

Fuente: Food and Agriculture Organization FAO, 1988

2.1.2 ESTRUCTURA DE LAS FINCAS CAMARONERAS

Las camarонерas no cuentan con una infraestructura única establecida, puesto que esto depende de la ubicación, tamaño, procesos operativos y sistemas de crianza, adicional a la situación y disponibilidad económica del propietario de la finca. Sin embargo, generalmente una finca camarонера contiene los siguientes elementos:

2.1.2.1 Piscinas de Cría

En las piscinas de cría se deposita agua marina y se proporciona un hábitat adecuado para el crecimiento del camarón. Su suelo es impermeable, deben tener un sistema de compuertas que atraviesa los muros de las piscinas para permitir el llenado y evacuación del agua (Aguilera D., 1998) (Ilustración 2.3).

ILUSTRACIÓN 2.3 FINCA CAMARONERA Y SUS PISCINAS DE CRÍA



Fuente: PROMARISCO S.A.

2.1.2.2 Canal Reservorio

Mediante el canal de reservorio el agua entra desde la estación de bombeo hasta las piscinas, facilitando su reposición diaria, debido a que el agua acumulada en éste ingresa a las piscinas sin necesidad de bombeo extra (Ilustración 2.4)

ILUSTRACIÓN 2.4 CANAL RESERVORIO EN UNA FINCA CAMARONERA.



Fuente: Mentefactura, 2016.

2.1.2.3 Canal de Drenaje

El canal de drenaje se utiliza para llevar el agua de las cosechas o del recambio hacia la desembocadura del estero, que debe estar lejos del sitio en el que se toma el agua que entra a las piscinas.

2.1.2.4 Estación de Bombeo

Se encuentra ubicada en una zona conveniente para tomar la mayor cantidad de agua de mar y conducirla hacia el canal reservorio que posteriormente llevará el agua a las piscinas de criaderos (Ilustración 2.5).

ILUSTRACIÓN 2.5 ESTACIÓN DE BOMBEO DE UNA FINCA CAMARONERA.

Fuente: Engineering Solutions for Water Management Etec.

2.1.3 PROCESO PRODUCTIVO EN LAS CAMARONERAS

El proceso productivo dentro de las camaroneras no tiene un estándar a seguir, sin embargo, existen distintas etapas que conjuntamente forman un proceso circular, que son la base y requisito mínimo para para la producción del camarón en cualquier finca. Entonces, se definen cuatro pasos o subprocesos básicos dentro de las camaroneras: preparación de las piscinas previa a la siembra, siembra de las larvas, suministro de oxígeno, así como alimentación durante el proceso de crianza, y finalmente, la cosecha. Terminada la cosecha del camarón, los dueños o encargados de las fincas vuelven a preparar las piscinas para la siembra del siguiente lote (Ilustración 2.6)

ILUSTRACIÓN 2.6 PROCESO PRODUCTIVO EN LAS FINCAS CAMARONERAS



Fuente y Elaboración: Mentefactura 2015

Cada finca tiene características distintas en cuanto al tipo de maquinarias, tecnología e insumos necesarios para la producción del camarón. En el Ecuador el tipo de crianza más utilizado es el semi-intensivo, puesto que la industria camaronera cuenta con una determinada disponibilidad de tecnología y elementos adicionales para la crianza. El sistema de cultivo extensivo también se practica, pero, actualmente muchos dueños de camaroneras de bajos recursos económicos, cuentan con ayuda de proyectos para mejorar su forma natural de crianza (extensivo) hacia un proceso más industrializado, usando químicos, bombas de agua y otra tecnología.

2.1.3.1 Preparación y Llenado de las Piscinas

Como se muestra en la Ilustración 2.6 el procedimiento a seguir para la producción del camarón es un proceso circular, se puede observar claramente que después de la cosecha se procede a la preparación y posteriormente al llenado de las piscinas. Un buen secado y preparación de los estanques

contribuye a un desarrollo saludable de los camarones, garantizando estanques libres de sustancias nocivas, patógenos y predadores que pudieran incrementar la mortalidad afectando el rendimiento final de las cosechas (Rojas, Haws, & Cabanillas, 2005).

Terminada la cosecha del camarón, la piscina debe ser drenada completamente y posteriormente las compuertas de entrada y salida de agua tienen que ser selladas para de esta manera evitar el paso de agua a la piscina. Luego, se debe dejar secar el fondo de la piscina al sol durante unos días y posteriormente se ara la tierra con la finalidad de distribuir la materia orgánica y airear la zona. Es necesario que todo tipo de desecho que haya quedado después de la cosecha como basura, materiales plásticos o restos de camarón muertos sea removido y limpiado de la piscina. Adicionalmente, si el suelo de la piscina se encuentra en condiciones ácidas, es decir, con un $\text{pH} < 7$, es necesario que se utilice cal disuelta en agua. La cantidad a utilizar puede ir desde 100 hasta 2.000 kg por Ha, dependiendo del grado de acidez (Fenucci, 1988). Una vez terminado este proceso, se procede al llenado de las piscinas para su posterior siembra.

2.1.3.2 Siembra

Para la siembra, generalmente los camaroneros consiguen las larvas en los laboratorios. Lo más importante de este subproceso es el traspaso de éstas a las piscinas puesto que no todas las larvas que se ingresan, sobreviven. Por esto, se recomienda liberar las postlarvas en los estanques tan pronto como sea posible. Idealmente la siembra se debe realizar durante la parte más fresca del día (6-8 am) o durante las horas de la noche. Promedios de sobrevivencia de 85% son considerados aceptables (Rojas, Haws, & Cabanillas, 2005). También es importante la calidad de las larvas que se compran en los laboratorios, las de dudosa salud y calidad constituyen un alto riesgo tanto económico como ambiental dado que la introducción a las granjas de animales enfermos o portadores de agentes infecciosos facilita la transmisión y dispersión de

enfermedades contagiosas pudiendo hasta llegar a contagiar a las poblaciones naturales de camarones (Rojas, Haws, & Cabanillas, 2005). Las condiciones climáticas y ambientales en las que se cultiva el camarón en el Ecuador, permite sembrar de 8 a 15 larvas por m² y cosechar de 2 a 3 veces por año (Cámara Nacional de Acuacultura, 2015).

2.1.3.3 Alimentación de los Camarones

Por lo general, existen dos maneras para alimentar a los camarones: manual y automática. La alimentación manual consiste en llevar el balanceado en pequeños botes a diferentes puntos de las piscinas donde se reparte de manera artesanal durante dos a tres veces al día y en la noche. El alimento se proporciona en pequeñas cantidades y es ingerido por los camarones antes de llegar al suelo. Si eso ocurriera, podría generar enfermedades y contaminación del agua; este tipo de alimentación es la más común utilizada por los camaroneros en el Ecuador. Por otro lado, también existen camaroneras que utilizan plantas de alimentación automática que se encuentran ubicadas en distintos puntos de las piscinas; estas alimentan de 6 a 12 veces por día y solo se tiene que rellenar cada 3 a 4 días. La ventaja de estas plantas, es que pueden suministrar el balanceado en pocas cantidades a lo largo del día y en la noche, lo que permite que los animales ingieran la cantidad adecuada sin generar mucha contaminación del suelo y del agua de las piscinas. Además, es una manera de alimentar eficientemente a los animales sin gastar mucho alimento y asegurando una mayor asimilación de alimento.

2.1.3.4 Aireación en las Piscinas

El proceso de aireación en las piscinas es uno de los más importantes dentro del proceso productivo. Por esta razón, es necesario entender las componentes técnicas implicadas en la aireación de las piscinas, la variación de la

concentración de oxígeno en el agua dependiendo de la hora del día y cómo influye esto directamente en el crecimiento del camarón.

Posterior a la siembra y durante el crecimiento de las larvas, dentro de las camaroneras se tienen que repetir dos procesos primordiales que son la alimentación y la aireación de las piscinas. Mantener los niveles adecuados de oxígeno en la piscina es muy importante, puesto que es un factor determinante para la supervivencia del camarón, ya que, sin suficiente oxígeno los animales no desarrollan un peso adecuado, limitan su movimiento y gasto energético al mínimo y son menos resistentes a enfermedades. En la Tabla 2.2 se muestra los efectos que tiene la concentración de oxígeno en el agua sobre los camarones.

TABLA 2.2 EFECTO DEL OXIGENO DISUELTO EN CAMARONES.

CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO	EFEECTO
Menor de 1 o 2 mg/L	Mortal si la exposición dura más de unas horas
2-5 mg/L	Crecimiento será lento si la baja de oxígeno disuelto se prolonga
5 mg/L- 15mg/L	Mejor condición para crecimiento adecuado
Sobresaturación (> 15 mg/L)	Generalmente no hay problema. Puede ser dañino si estas condiciones están en todo el estanque.

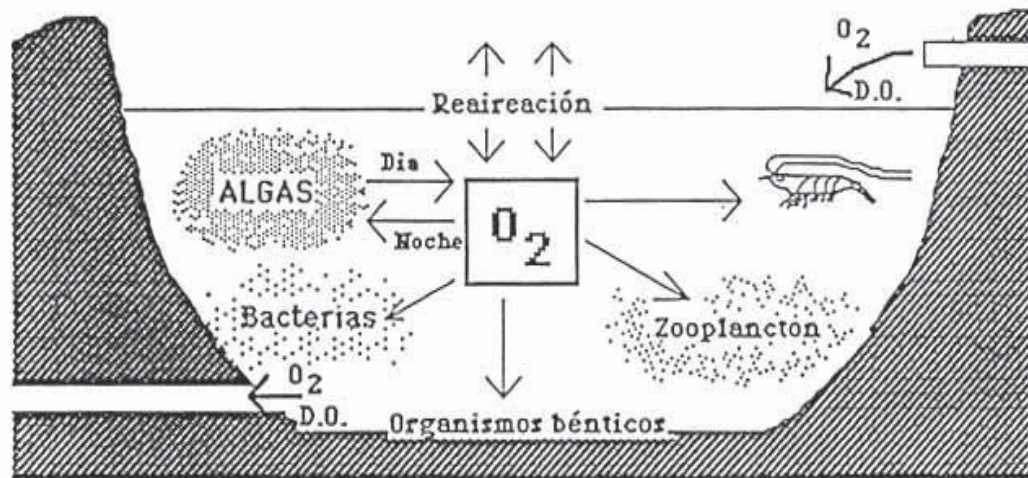
Fuente: Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo del Camarón.

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

El oxígeno disuelto proviene de la atmósfera cuando las moléculas de oxígeno del aire se disuelven en el agua (Ilustración 2.7). La concentración de éste varía en función de la temperatura, salinidad y profundidad del cuerpo de agua. El proceso de aireación dentro de una piscina funciona de la siguiente manera: durante el día, las algas dentro de las piscinas producen constantemente oxígeno a través de la fotosíntesis lo que permite que el camarón se encuentre en buenas condiciones. En la noche, la concentración de oxígeno disminuye porque las algas ya no realizan fotosíntesis, y esto contrarresta con su consumo por parte de los

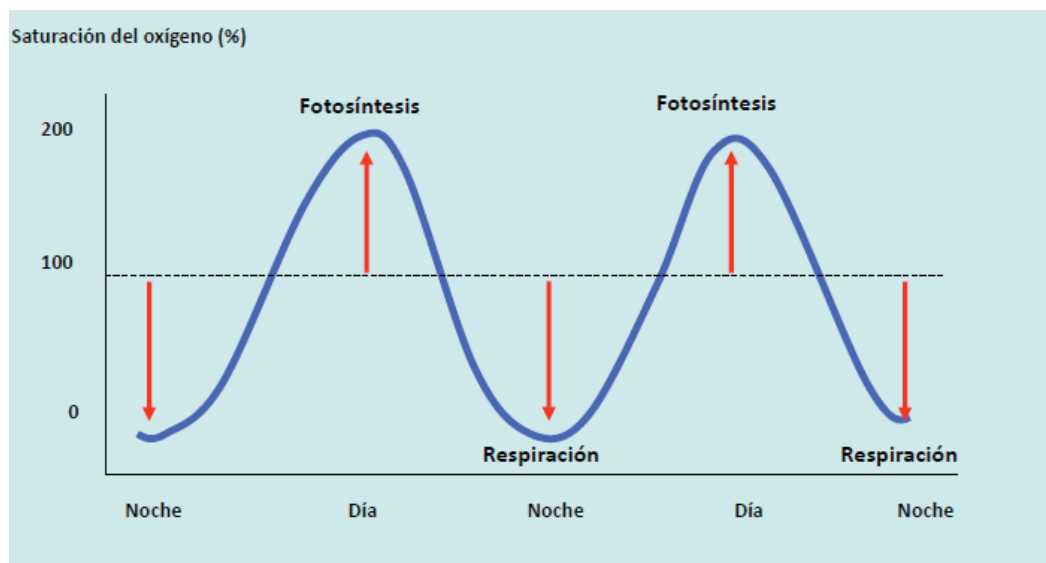
animales y materia inerte dentro de las piscinas. Por esta razón, es muy importante la aireación de las piscinas durante la noche

ILUSTRACIÓN 2.7 REPRESENTACIÓN DEL PROCESO DE AIREACIÓN EN UNA PISCINA.



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 1989.

ILUSTRACIÓN 2.8 OSCILACIÓN DIURNA Y NOCTURNA DEL OXÍGENO DISUELTO EN ESTANQUES DE CULTIVO DEBIDO A LA FOTOSÍNTESIS Y RESPIRACIÓN.



Fuente y Elaboración: Malpartida Pasco, 2015

Generalmente el oxígeno es suministrado a través de bombas que permiten recircular el agua o paletas de aireación. Para ejecutar este proceso, las maquinarias demandan una gran cantidad de energía que es suplida por el diésel para generar energía eléctrica a través de generadores o energía mecánica que acciona sistemas de bombeo de agua.

2.1.4 PROCESOS OPERATIVOS

Dentro de las camaroneras no existe un patrón a seguir en el proceso de crianza, esto permite que cada camaronero, dependiendo de su entorno productivo, aplique el proceso de cultivo más conveniente. Asimismo, las condiciones geográficas de las fincas tampoco permiten que se desarrolle un modelo estándar. Las piscinas se construyen en congruencia con las posibilidades, necesidades y visión de los dueños. Por esta razón, la infraestructura de cada camaronera es distinta, así como los alimentos que utilizan para la producción del camarón.

2.1.4.1 Procesos de Crianza

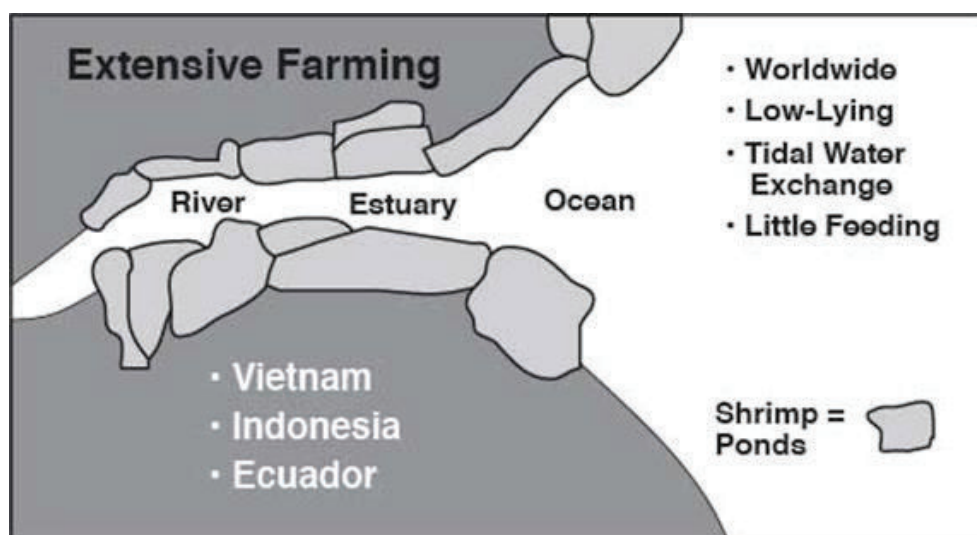
La actividad acuícola en el país la desarrollan tanto pequeños como grandes productores. Los rendimientos varían enormemente de una camaronera a otra y de un año a otro, dependiendo del método aplicado en la producción (Schwarz, 2005). Los sistemas acuícolas en el Ecuador se pueden clasificar en tres métodos: extensivo, semi-intensivo e intensivo. La producción camaronera en el Ecuador es en gran medida semi-intensiva, representando un menor impacto en el ambiente (Schwarz, 2005). En la Tabla 2.3 se describen los procesos de crianza implementados en el país.

TABLA 2.3 PARÁMETROS DE LOS TIPOS DE CRIANZAS.

SISTEMA	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Extensivo (Ilustración 2.9)	Bajas densidades : 10.000-15.000/ha
	No se alimenta con dietas formuladas
	Producción promedio: 600 lb/ha/año
Semi-Intensivo (Ilustración 2.10)	Densidades medias: 15.000 - 120.000/ha
	Se alimenta con dietas formuladas
	Producción promedio: 1.000-5.000 lb/ha/año
Intensivo (Ilustración 2.11)	Densidades altas: más de 120.000/ha
	Se alimenta con dietas formuladas
	Producción promedio: mayores a 5.000 lb/ha/año

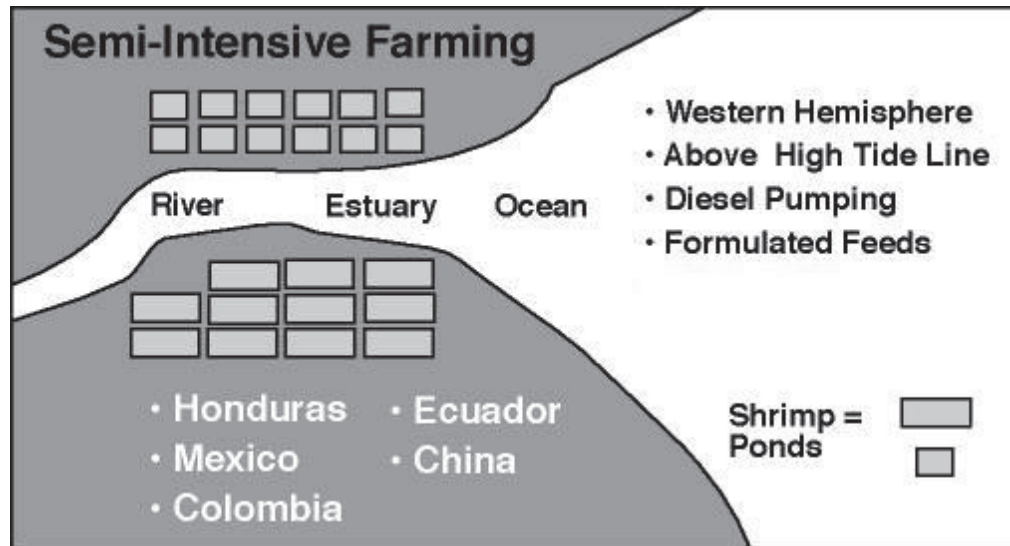
Fuente: Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO.

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

ILUSTRACIÓN 2.9 CRIANZA EXTENSIVA DEL CAMARÓN.

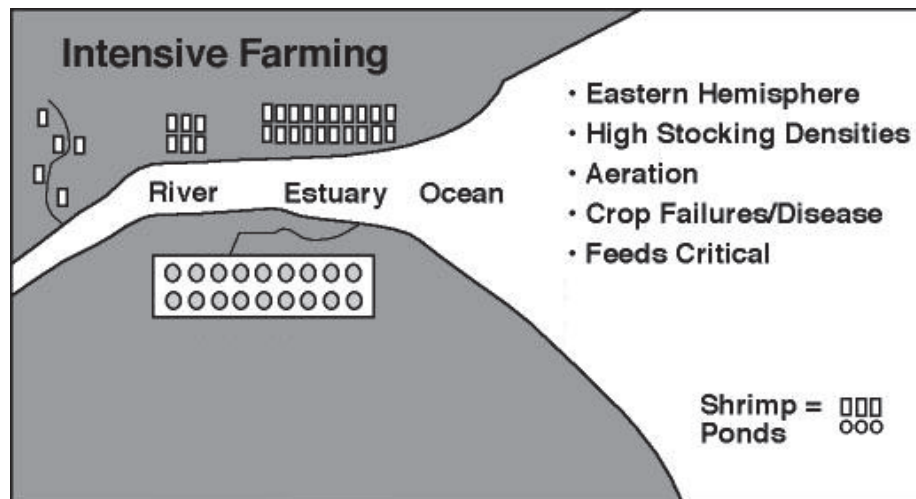
Fuente y Elaboración: Shrimp News International 2015.

ILUSTRACIÓN 2.10 CRIANZA SEMI-INTENSIVA DEL CAMARÓN.



Fuente y Elaboración: Shrimp News International 2015

ILUSTRACIÓN 2.11 CRIANZA INTENSIVA DEL CAMARÓN.



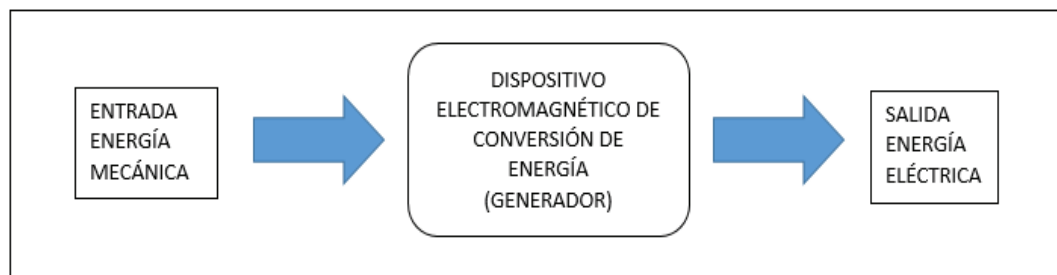
Fuente y Elaboración: Shrimp News International 2015

2.2 MAQUINARIA DENTRO DE LAS FINCAS

2.2.1 GENERADOR ELÉCTRICO

El generador eléctrico convierte la energía mecánica por una máquina prima (turbina) a energía eléctrica en el lado de la salida

ILUSTRACIÓN 2.12 **DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN GENERADOR**



Fuente: Pimienta Dueñas Alina M, 2007.

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Gran parte de las fincas que conforman el sector tienen un limitado o nulo acceso a la red eléctrica nacional, y por esta razón, se hace necesario el uso de este equipo. El papel que desempeña un generador en cada finca es proporcionar electricidad para abastecer la demanda de energía eléctrica. Un generador suministra luz a los campamentos o a las casas que se encuentran dentro de las fincas, y, también proveen energía para el funcionamiento de los aireadores en las piscinas.

2.2.2 AIREADOR MECÁNICO

Los aireadores son “equipos mecánicos encargados de incorporar el oxígeno atmosférico al agua de los tanques de cultivo” (Malpartida Pasco, 2015). Estos dispositivos se pueden alimentar directamente con motores pequeños eléctricos,

de gasolina o diésel; o también con una bomba o compresor de aire instalados en el borde de los estanques.

Generalmente el proceso de aireación se realiza de dos maneras, la primera es por la interface líquido-gas donde el aireador impulsa el agua de la piscina hacia el aire a través de pequeñas gotas que al ponerse en contacto con el oxígeno atmosférico se saturan y transfieren este oxígeno cuando vuelven a la piscina (aireadores de paleta, splash, aspersor o fuente). La segunda forma de aireación se realiza mediante la interface gas-líquido donde se inyecta aire atmosférico a elevada presión rompiendo la fase líquida e ingresando en forma de pequeñas burbujas, las cuales transfieren el oxígeno atmosférico al agua del tanque (Tucker, 2005) (aireadores de tipo inyector propulsor y turbinas centrífugas o blowers).

ILUSTRACIÓN 2.13 AIREADORES DE PALETA.



Fuente: Team Aqua Corporation; Zhejiang Fordy Machinery

2.2.3 ESTACIÓN DE BOMBEO

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras de obras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la

fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución (OPS, 2005).

Dentro de una camaronera, la función principal de una estación de bombeo es tomar agua desde el manglar, mar o ríos y llevarla hacia las piscinas para su respectivo llenado. Además, las bombas permiten el aumento de oxígeno disuelto en los estanques a través de la renovación o cambio de agua.

En el Ecuador, las fincas camaroneras comúnmente utilizan motores diésel con bombas centrífugas puesto que estos son de mejor accesibilidad para el camaronero y también tienen la ventaja de que el costo del combustible es barato. El uso de motores eléctricos es escaso ya que, por la ubicación de las fincas, el acceso a la red eléctrica nacional es nula o limitada.

ILUSTRACIÓN 2.14 ESTACIÓN DE BOMBEO EN UNA CAMARONERA.



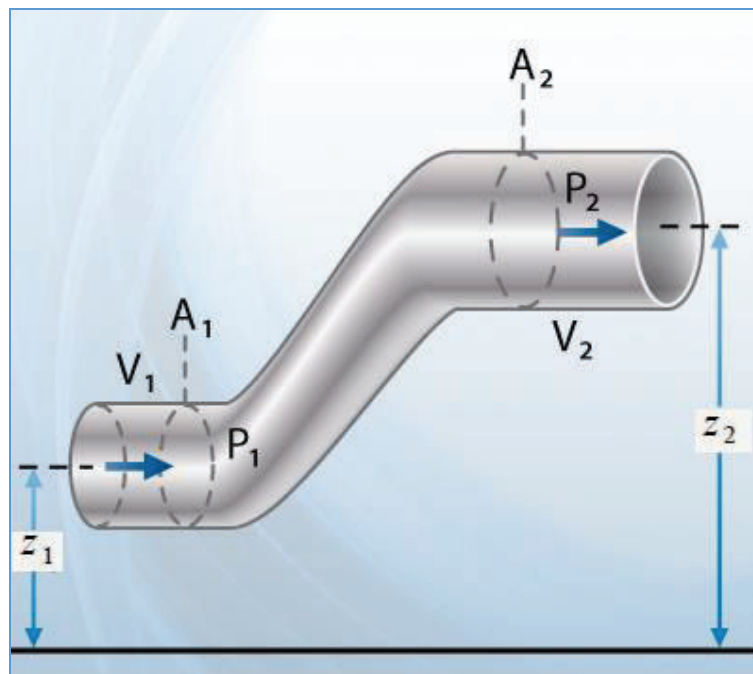
Fuente: Engineering Solutions for Water Management Etec.

2.2.4 CURVA DEL SISTEMA DE BOMBEO

2.2.4.1 Ecuación de Bernoulli

Para determinar la curva del sistema de bombeo se parte de la Ecuación de Bernoulli para líquidos incompresibles conocida también como Ecuación de la Conservación de la Energía. Esta establece que la energía no se crea o se destruye sino se transforma. Entonces, para dos puntos de control (Ilustración 2.15), la energía total en el punto 1 es la misma en el punto 2 y esto es igual a la energía cinética (E_c) más la energía potencial (E_p).

ILUSTRACIÓN 2.15 ESQUEMA DE FLUJO EN UNA TUBERÍA



Fuente: Instituto Politécnico Nacional, 2010.

Del enunciado anterior se establece la siguiente ecuación:

$$Ep_1 + Ec_1 = Ep_2 + Ec_2 = E = cte \quad (2.1)$$

A partir de la Ecuación (2.1) se obtiene la ecuación general de la energía (Ecuación (2.2)) en el punto 1 y 2 para un flujo ideal (no viscoso):

$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (2.2)$$

donde:

- p_1 y p_2 : presiones del líquido en los puntos de control (N/m^2)
- v_1 y v_2 : velocidades del agua en los puntos de control (m/s).
- z_1 y z_2 : cota del nivel o energía en los puntos de control (m).
- ρ : densidad del líquido (kg/m^3)
- g : gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$)

Sin embargo, la Ecuación (2.2) no se cumple si un líquido tiene viscosidad, debido a las pérdidas de carga que existen mientras que el líquido se mueve de un punto a otro, por esto, el segundo término de la Ecuación (2.2) va a ser menor que el primero y para compensar esta pérdida se le debe agregar un nuevo factor (ΔH) que representa las pérdidas de carga en el tramo de la tubería. A esta ecuación se le debe agregar otro término H que en el caso de un sistema de bombeo, significa la energía que debe entregar la bomba al líquido para que este suba hacia un tanque (Koutoudjian M).

Para un sistema de bombeo se calcula el valor de la energía que la bomba debe impartirle al líquido para que éste suba hacia el tanque (H_b), en el caso de las camaroneras, es la energía que requiere el líquido para llegar a la piscina o al reservorio.

La ecuación está expresada de la siguiente manera:

$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + Hb = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta H \quad (2.3)$$

donde:

- Hb = energía o altura de la bomba (m)
- ΔH = pérdidas de carga a lo largo de la tubería (m)
- z_2 = cota de nivel en la descarga de la tubería (m)
- z_1 = cota de nivel en la zona de succión (m)
- v_2 = velocidades del líquido en la descarga de la tubería (m/s)
- v_1 = velocidad del líquido en la zona de succión de la tubería (m/s)
- p_2 = presión del líquido en la descarga de la tubería (N/m²)
- p_1 = presión del líquido en la zona de succión.

La Ecuación (2.3) determina la curva del sistema en función de la pérdida de carga (Hb) y el caudal que circula por la tubería en ese determinado momento. Entonces, se aplica esta ecuación para el sistema de bombeo dentro de las camaroneras, donde el punto 1 se tomará en la zona de succión y el punto 2 en la zona de descarga al reservorio. Tomando estos puntos como referencia, v_1 , v_2 , p_1 y p_2 serán 0, por lo tanto, se van a simplificar los siguientes términos:

$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + Hb = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta H \quad (2.4)$$

La Ecuación (2.4) queda reducida a la siguiente manera:

$$Hb = z_2 - z_1 + \Delta H \quad (2.5)$$

El punto z_1 en la zona de succión se considera como el punto inicial entonces su valor es 0. Por lo tanto:

$$Hb = z_2 + \Delta H \quad (2.6)$$

La Ecuación (2.6) rige el sistema de bombeo en una camaronera. Sin embargo, el término ΔH (pérdidas de carga) se define como la suma de las pérdidas de carga por fricción y las pérdidas de carga localizadas, esto se explica a continuación.

$$Hb = z_2 + H_f + J \quad (2.7)$$

donde:

- Hb = energía o altura de la bomba (m)
- z_2 = cota de nivel en la descarga de la tubería (m)
- H_f = pérdidas de carga por fricción (m)
- J = pérdidas de carga localizadas (m)

2.2.4.1.1 Pérdidas de Carga

En rigor el término correcto sería pérdidas de energía por efectos de la circulación del fluido (en particular el líquido) dentro una cañería o un canal (Koutoudjian M). Existen dos tipos de pérdidas de carga, las primeras son producidas como consecuencia de la fricción del líquido contra las paredes del elemento que lo contiene (tubo o canal), y también de la propia fricción de las partículas entre sí, debidas precisamente a su viscosidad (Koutoudjian M).

Se expresan de la siguiente manera:

$$hf = f \frac{LV^2}{D 2g} \quad (2.8)$$

donde:

- Hf= pérdidas de carga por fricción (m)
- f= Coeficiente de pérdida de carga o coeficiente de resistencia de Darcy-Weisbach. Se obtiene en función del número de Reynolds y de la rugosidad de la tubería.
- L= longitud de la tubería (m)
- V= velocidad promedio que circula por la tubería (m/s)
- D= diámetro de la tubería (m)
- g= gravedad (m/s²)

Las otras pérdidas, conocidas como pérdidas de carga localizadas, son causadas por los accesorios que contienen las tuberías como válvulas, codos, entre otros, así como las contracciones (reducciones) y ampliaciones (expansiones) súbitas que causan pérdidas de carga. La ingeniería hidráulica utiliza tablas ya estandarizadas donde se muestran las resistencias, expresadas como longitudes equivalentes de tubo recto, debidas a diferentes válvulas, accesorios, contracciones y ampliaciones (Koutoudjian M). Las pérdidas de carga localizadas están definidas por la siguiente expresión:

$$J = k \times \frac{v^2}{2g} \quad (2.9)$$

donde:

- J=pérdida de carga localizada del accesorio (m)
- k=constante adimensional que varía para cada accesorio

- V = velocidad promedio que circula por la tubería (m/s)
- g = gravedad (m/s^2)

El coeficiente de rugosidad se encuentra tabulado, sin embargo, se puede determinar en función de la longitud equivalente (Le), es decir, valorar cuántos metros de tubería recta del mismo diámetro producen una pérdida de carga continua que equivale a la pérdida que se produce en el punto singular (Universidad de Sevilla, 2007). La expresión es la siguiente:

$$Le = \frac{k \times D}{f} \quad (2.10)$$

entonces

$$k = \frac{Le \times f}{D} \quad (2.11)$$

Una vez definidas las pérdidas de carga se reemplazan los términos de la Ecuación (2.8) y (2.9) en la Ecuación (2.7) del sistema de bombeo. La expresión es la siguiente:

$$Hb = z_2 + f \frac{LV^2}{D 2g} + k \times \frac{V^2}{2g} \quad (2.12)$$

Se reemplaza la Ecuación (2.11) en la Ecuación (2.12):

$$Hb = z_2 + f \frac{LV^2}{D 2g} + fLe \frac{V^2}{D 2g} \quad (2.13)$$

Como hay términos similares, mediante factor común la ecuación final es la siguiente:

$$Hb = z_2 + f \frac{v^2}{D 2g} (L + Le) \quad (2.14)$$

Para obtener la curva del sistema, se expresa la velocidad en función del caudal:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.15)$$

Se reemplaza la Ecuación (2.15) en la Ecuación (2.14):

$$Hb = z_2 + f \frac{Q^2}{DA^2 2g} (L + Le) \quad (2.16)$$

donde:

- Hb= energía o altura de la bomba (m)
- z_2 = cota de nivel en la descarga de la tubería (m)
- Q= caudal que circula por la tubería (m³/s)
- L= longitud de tubería (m)
- Le= longitud equivalente (m)
- D= diámetro de la tubería (m)
- A= área de la tubería (m²)
- g= gravedad (m/s²)
- f= Coeficiente de pérdida de carga.

2.2.4.1.2 Cálculo del Coeficiente de Fricción (F)

El coeficiente de fricción Darcy se determina mediante el diagrama de Moody, el cual está en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa de la tubería. Para calcular el número de Reynolds se utiliza la Ecuación (2.17):

$$Re = \frac{\rho x V x D}{\mu} \quad (2.17)$$

donde:

- Re= número de Reynolds
- ρ = densidad del agua a la temperatura de las piscinas (kg/m³).
- V= velocidad del agua en la tubería (m/s)
- D= diámetro (d)
- μ = viscosidad dinámica (kg/ms)

En el caso de las camaroneras se utiliza la densidad del agua de mar 1.023 kg/m³ y la viscosidad dinámica 0,000959047 kg/ms (International Towing Tank Conference, 2011) a temperatura de 25°C que corresponde a la temperatura promedio del agua del manglar (Tabla 2.4).

TABLA 2.4 PARÁMETROS DEL AGUA DE MAR

TEMPERATURA °C	DENSIDAD _{AGUA DE MAR} (KG/M ³)	VISCOSIDAD DINÁMICA _{AGUA DE MAR} KG/MS
25	1.023	0,000959047

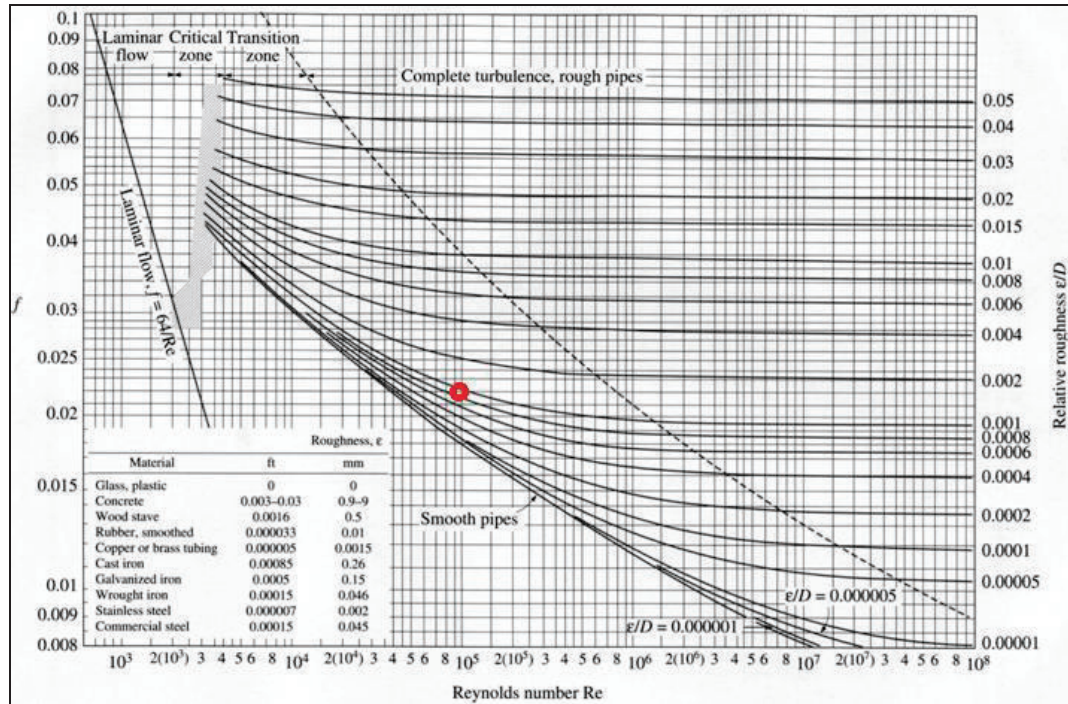
Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada INOCAR, 2017

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Una vez calculado el número de Reynolds se procede a calcular la rugosidad relativa (ϵ/D). Para esto se divide la rugosidad absoluta del material de la tubería (ϵ), que se encuentra en tablas, por el diámetro de la misma. Posteriormente, se

ubica el número de Reynolds y la rugosidad relativa en el diagrama de Moody (Ilustración 2.16) para determinar el coeficiente de fricción (f).

ILUSTRACIÓN 2.16 DIAGRAMA DE MOODY

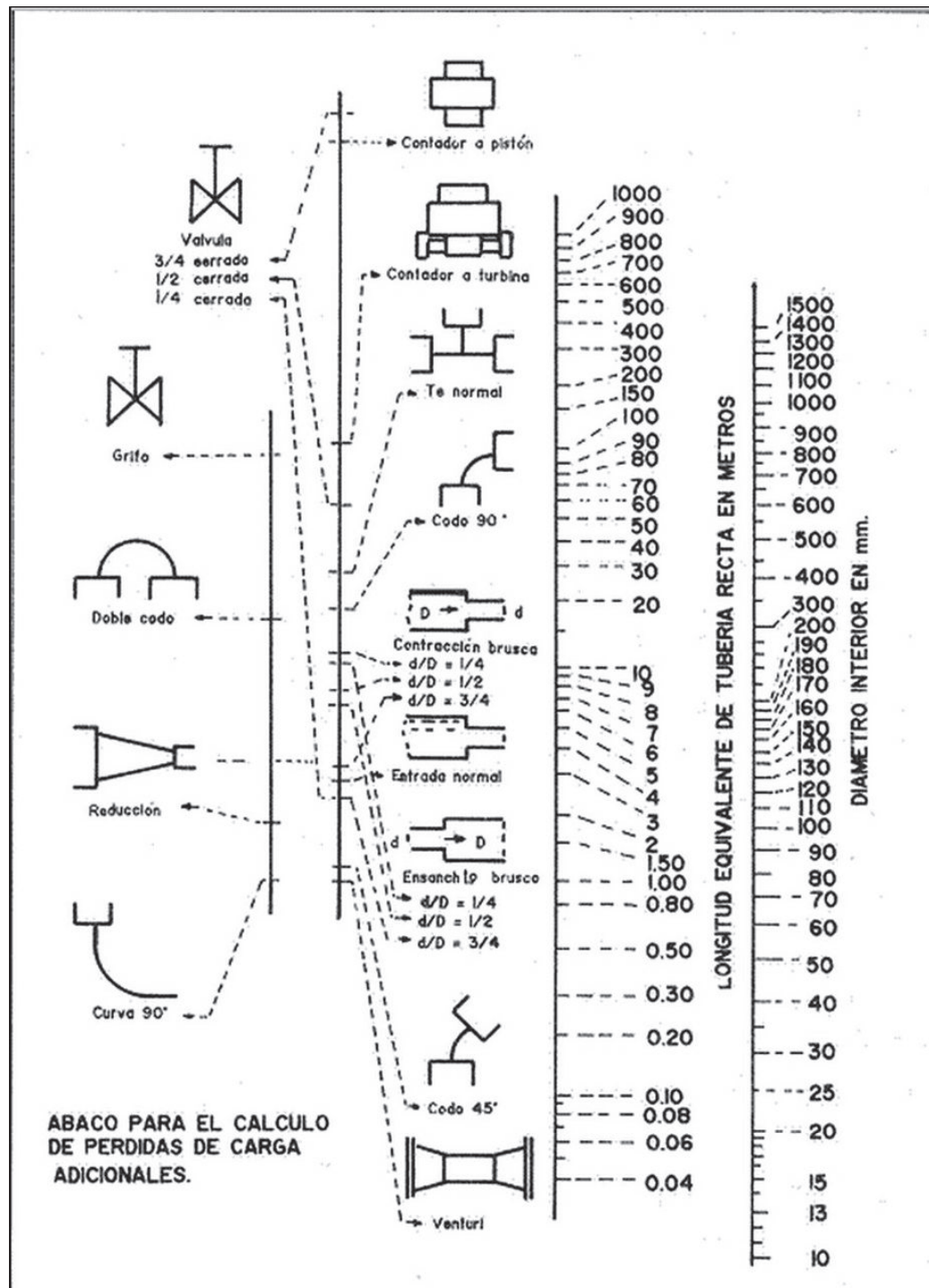


Fuente: Moody, L. F., "Friction Factors for Pipe Flow", Transactions of the ASME, 66, 8, November 1944, pp. 671-684

2.2.4.1.3 Cálculo de la Longitud Equivalente (L_e)

Como se mencionó anteriormente, la longitud equivalente se refiere a valorar cuántos metros de tubería recta del mismo diámetro producen una pérdida de carga continua que equivale a la pérdida que se produce en el punto singular (Universidad de Sevilla, 2007). Esta se puede determinar mediante el uso del Ábaco para el Cálculo de Pérdidas de Carga Adicionales (Ilustración 2.17) en el que se marca el accesorio que contiene la tubería, el diámetro de la misma y consecuentemente se obtiene la longitud equivalente.

ILUSTRACIÓN 2.17 **ÁBACO PARA EL CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA ADICIONALES**

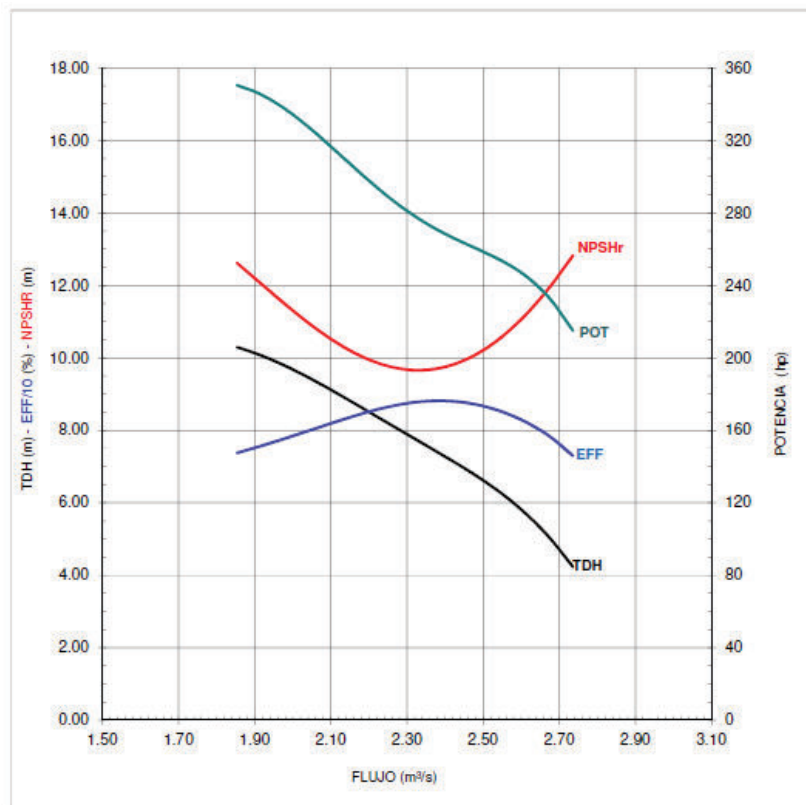


Fuente: Open Course Ware Universidad de Sevilla (Universidad de Sevilla, 2007)

2.2.4.2 Curva Característica de la Bomba

El comportamiento hidráulico de una bomba viene especificado en sus curvas características que representan una relación entre los distintos valores del caudal proporcionado con otros parámetros como la altura manométrica, el rendimiento hidráulico, la potencia requerida y la altura de aspiración, que están en función del tamaño, diseño y construcción de la bomba. Estas curvas, obtenidas experimentalmente en un banco de pruebas, son proporcionados por los fabricantes a una velocidad de rotación determinada (Universidad de Sevilla, 2007). En este estudio se utilizan las curvas de altura y rendimiento. En la Ilustración 2.18 se muestra un ejemplo de la curva característica de una bomba:

ILUSTRACIÓN 2.18 CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA



Fuente: Delta - Delfini CIA. SA.

2.3 EL DIÉSEL COMO FUENTE ENERGÉTICA

El diésel es el combustible que presenta mayor demanda en el Ecuador, principalmente en el sector de transporte. Según el Balance Energético Nacional del 2016, el consumo por tipo de fuentes se concentra en mayor parte en el diésel (31%), seguido de gasolinas (27%), electricidad (15%), gas licuado de petróleo (9%) y fuel oil (7%), otros (11%). El 69% del total del diésel en el país proviene de importación mientras que el 31% restante es por producción local (MICSE, 2015). En el 2016 el consumo de diésel en el Ecuador fue de 22,8 millones de barriles, valor que corresponde al 35% del consumo total de derivados de petróleo en el país (BCE, 2016).

2.3.1 EL DIÉSEL EN EL SECTOR CAMARONERO

Las camaroneras presentan un alto consumo de diésel. Dentro del sector camaronero, una gran parte de las fincas no cuenta con acceso a la red eléctrica, por esta razón, este combustible es una de las fuentes energéticas más importantes para el funcionamiento de las maquinarias como bombas, generadores e incluso aireadores a diésel. Estos dispositivos son usados diariamente y son indispensables para el buen desempeño de una camaronera. En el año 2007 el sector presentó un consumo de 14,1 millones de galones de diésel, que significaron 12,8 millones de dólares (FLACSO - MIPRO, 2011).

2.3.2 SUBSIDIO

Debido al alto consumo de este combustible dentro de las fincas, el egreso mensual del mismo figura como un costo representativo para el sector. El diésel, tanto como los otros combustibles derivados del petróleo, se encuentran subsidiados por el gobierno. La naturaleza del subsidio a los combustibles es brindar una ayuda económica al consumidor del derivado de manera indirecta.

Mediante política económica el gobierno asume un gasto social beneficiando únicamente a un determinado número de ciudadanos, sacrificando a otro sector social, tal como salud, educación, servicios básicos, entre otros. (Ibarra, 2015).

El precio del galón de diésel varía en cuanto al sector para el que sea proporcionado y de acuerdo al tipo de diésel que se utilice, asimismo funciona con el subsidio, este es variable dependiendo de los mismos factores antes mencionados. Para el sector camaronero, el precio de venta del galón de diésel para el mes de mayo del 2017, según la empresa EP PETROECUADOR, a nivel de terminal para las comercializadoras calificadas y autorizadas en el país para el sector camaronero es de \$0,90 (Ilustración 2.19). Por otro lado, el precio internacional por galón de diésel es \$3,43 al 1ro de mayo del 2017 (Global Petrol Prices , 2017), valor que tendría este combustible en el caso de que el gobierno retirara el subsidio.

ILUSTRACIÓN 2.19 PRECIO EN TERMINAL PARA DERIVADOS DEL PETRÓLEO.

DECRETOS EJECUTIVOS No. 338, 799 , 1061 y 1066		
PRODUCTO	Unidad de medida	PRECIO EN TERMINAL (Incluye el 14% del I.V.A.) Expresado en US\$
GRUDO REDUCIDO ELECTRICO 5,000 S.R.	Galones	\$ 0,431377
DESEL 2 PESQUERO	Galones	\$ 0,900704
DIESEL 2 CAMARONERO	Galones	\$ 0,900704
DIESEL 2 CUANTÍA DOMÉSTICA	Galones	\$ 0,916788
DIESEL 2 ELECTRICO	Galones	\$ 0,916788
DIESEL PREMIUM AUTOMOTRIZ	Galones	\$ 0,898257
DIESEL PREMIUM CUANTÍA DOMÉSTICA	Galones	\$ 0,916788
DIESEL PREMIUM TRANSPORTE PÚBLICO	Galones	\$ 0,916788
FUEL OIL 4 ELECTRICO LIBERTAD	Galones	\$ 0,547200
GAS LICUADO DE PETROLEO (G.L.P.) AGRICOLA US\$ / KG.	Kilogramos	\$ 0,185784
GAS LICUADO DE PETROLEO (G.L.P.) DOMESTICO US\$ / KG.	Kilogramos	\$ 0,106666
GAS LICUADO DE PETROLEO (G.L.P.) TAXIS US\$ / KG.	Kilogramos	\$ 0,185784
GAS. EXTRA CUANTÍA DOMÉSTICA	Galones	\$ 1,332546
GASOLINA EXTRA AUTOMOTRIZ	Galones	\$ 1,306114
GASOLINA EXTRA CAMARONERO	Galones	\$ 1,332546
GASOLINA EXTRA PESQUERO	Galones	\$ 1,332546
GASOLINA PESCA ARTESANAL	Galones	\$ 0,796870
GASOLINA SUPER AUTOMOTRIZ	Galones	\$ 1,670098
SOLVENTES INDUSTRIALES	Galones	\$ 1,664400
SPRAY OIL	Galones	\$ 1,030000
SUPER S.P. CUANTÍA DOMÉSTICA	Galones	\$ 1,710000
CEMENTOS ASFALTICOS NO OBRA PUBLICA (Kgs.)	Kilogramos	\$ 0,303810
ASFALTOS INDUSTRIALES NO OBRA PUBLICA(Kgs.)	Kilogramos	\$ 0,303810
CEMENTOS ASFALTICOS OBRA PUBLICA	Kilogramos	\$ 0,303810
ASFALTOS INDUSTRIALES OBRA PUBLICA	Kilogramos	\$ 0,303810

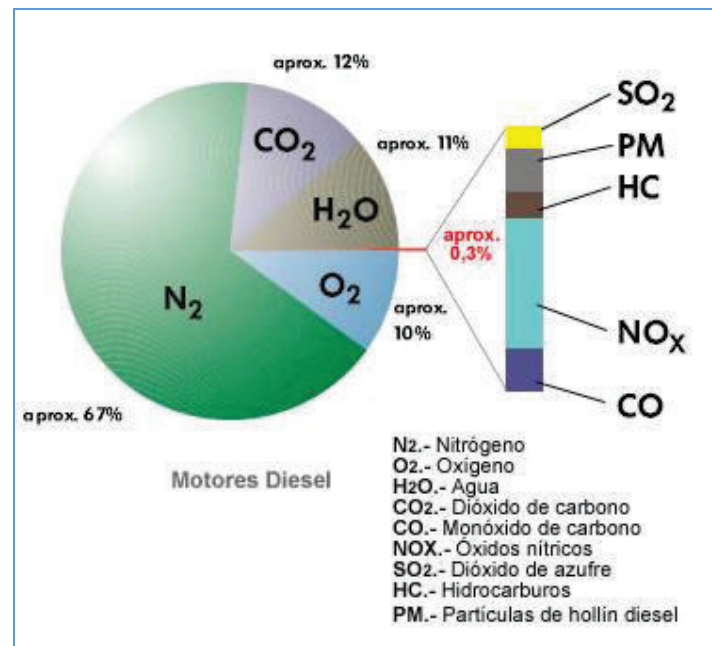
Fuente: EP PETROECUADOR, 2017

Sin embargo, ante la decisión del Gobierno de incentivar el uso de energías renovables, se propone en la nueva matriz energética nacional migrar el alto consumo de derivados del petróleo hacia otras alternativas (SENPLADES, 2013) estableciendo la eliminación gradual de los subsidios. Dicha eliminación ocasionaría un alto impacto en el sector camaronero por la dependencia que este presenta hacia el diésel, generando un incremento considerable en los costos de producción del camarón, ocasionando una baja en competitividad con otros productores.

2.3.3 IMPACTOS AMBIENTALES DEL USO DEL DIÉSEL

La combustión del diésel emite un conjunto de gases contaminantes al ambiente debido a la composición adquirida al momento de su fabricación como: Dióxido de Carbono (CO₂), Monóxido de Carbono (CO), Nitrógeno (N₂), Dióxido de Azufre (SO₂), Hidrocarburos (HC), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), y además Material Particulado (PM) (Ilustración 2.20). Este tipo de contaminantes también suelen ser generados por fuentes naturales, pero el incremento de sus emisiones al ambiente ha aumentado por la quema de combustibles fósiles.

ILUSTRACIÓN 2.20 COMPOSICIÓN DE LOS COMPUESTOS DE ESCAPE DE UN MOTOR DIÉSEL.



Fuente: Vallejo, 2014. Estudio Comparativo del Uso del Diésel Entre Europa y Ecuador, Utilizado para Motores de Vehículos.

A continuación, se muestran los efectos que tiene la alta emisión de estos gases en el ambiente:

2.3.3.1 Esmog (Niebla Tóxica)

El esmog es aire denso, resultado de una mezcla química de humo y niebla, nocivo para la salud. Este es un tipo de polución atmosférica con concentraciones de óxido de sulfuro y de nitrógeno, hidrocarburos y millones de partículas de plomo, manganeso, cobre, níquel, zinc y carbón (Inche, 2004).

Existen dos tipos de smog: industrial y fotoquímico. El primero, se forma en las ciudades con grandes industrias donde queman una gran cantidad de petróleo y carbón pesado con mucho azufre que forman una niebla cargada de contaminantes con efectos nocivos en la salud de los seres vivos y que afectan a

la conservación de edificios. El segundo es una niebla de color marrón que es el principal problema de contaminación del aire en las ciudades ocasionado principalmente por vehículos, también afecta a la salud de los seres vivos y a las construcciones. Con este nombre se refiere a una mezcla de contaminantes (óxidos de nitrógeno e hidrocarburos volátiles) con otros compuestos (ozono, peroxiacilo, radicales hidroxilos, entre otros) que se forman por reacciones producidas por la luz solar al incidir sobre los primeros (Inche, 2004)

2.3.3.2 Aumento de Ozono

En los últimos años los niveles de ozono han aumentado considerablemente. El ozono (O_3) que se encuentra en la tropósfera (desde la superficie de la tierra hasta 15 km de altura) es un elemento nocivo para los seres vivos y participa en el efecto invernadero. Éste es considerado como un compuesto secundario debido a que se forma en el aire cuando los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno reaccionan bajo la luz del sol que ocurre generalmente en los días soleados.

2.3.3.3 Inversión Térmica

La inversión térmica se presenta generalmente en las noches despejadas donde el suelo pierde su calor por radiación y las capas de aire cercanas al mismo empiezan a enfriarse, de esta manera se produce un gradiente positivo de temperatura en la atmósfera, es decir, la temperatura aumenta con la altitud. Por efecto de esto, existe una capa de aire caliente que se queda atrapada entre dos capas de aire frío sin poder circular. Entonces, cuando se emiten contaminantes al aire en estas condiciones, estos se acumulan aumentando su concentración dado que el transporte y difusión de los contaminantes ocurre demasiado lento provocando contaminación atmosférica con consecuencias graves para la salud de los seres vivos.

2.3.3.4 Lluvia Ácida

La lluvia ácida se conoce como la mezcla de óxidos de nitrógeno y azufre que al mezclarse se convierten en ácido nítrico y sulfúrico. Posteriormente regresan a la tierra dentro de las precipitaciones de lluvia o nieve, aunque, algunas veces, pueden caer partículas sólidas con moléculas de ácido adheridas sin que exista lluvia. La lluvia ácida tiene efectos negativos sobre los ecosistemas acuáticos afectando a la vida de los peces, ecosistemas terrestres y, sobre edificios y construcciones ocasionando corrosión.

2.3.3.5 Efecto Invernadero

El efecto invernadero se refiere a la mezcla de vapor de agua, dióxido de carbono y gas metano que forman una capa natural en la atmósfera terrestre y retiene parte de la energía proveniente del sol. Alrededor del 70% de la energía solar que llega a la tierra es devuelta al espacio, pero parte de la radiación infrarroja es retenida por los gases que producen el efecto invernadero y debido a esto, la radiación vuelve a la superficie terrestre. De esta manera, la tierra ha logrado mantener una temperatura caliente, necesaria para la vida, a través de los años.

En los últimos años, el incremento del efecto invernadero ha ocasionado un aumento en la temperatura de la tierra entre 0,4 y 0,8°C de su temperatura promedio (Inche, 2004), que ha venido ocasionando un cambio climático en la corteza terrestre que ha afectado en gran parte a los seres vivos. Principalmente, este efecto es causado por el aumento de gases como dióxido de carbono (CO₂), clorofluocarbonos (CFC), metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO_x) y ozono (O₃) de la tropósfera, donde la radiación solar pasa a través de estos gases, pero estos a su vez atrapan y conservan la radiación infrarroja reflejada por la superficie del suelo, produciendo un aumento de la temperatura de la atmósfera baja. El aumento de estos gases en la atmósfera generalmente se produce por el uso de combustibles fósiles y la deforestación.

2.3.3.6 Cambio Climático

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en su Artículo 1, define el cambio climático como "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables" (IPCC, 2007).

Según los más recientes reportes publicados por el IPCC, existen datos contundentes que muestran que el sistema climático se está calentando más allá de lo que marca la tendencia histórica, al punto que 11 de los últimos 12 años están clasificados entre los 12 años más calurosos desde 1850, cuando inicia el registro sistemático de la temperatura. Además, la información referida establece también que hay un incremento en el derretimiento de las masas de hielo y nieve y una elevación del nivel promedio del mar, a nivel global. El mismo informe establece que la evidencia científica generada en los últimos años, establece que la mayor parte del incremento en las temperaturas globales promedio desde mediados del siglo pasado se deben muy probablemente al aumento en la concentración de gases de efecto invernadero de origen humano, superando el efecto que provocan las variaciones naturales (Páez P., 2012).

2.3.3.7 Efectos en la Salud

La contaminación del aire tiene un efecto directo en la salud humana, los contaminantes atmosféricos liberados por el uso de combustibles fósiles tienen efectos nocivos sobre seres humanos. Principalmente, estos compuestos afectan al sistema respiratorio, nervioso y cardiovascular de los seres humanos provocando deficiencias pulmonares, entre otras enfermedades. La población más afectada por la contaminación del aire son los ancianos, lactantes, mujeres embarazadas y enfermos crónicos de pulmón y corazón.

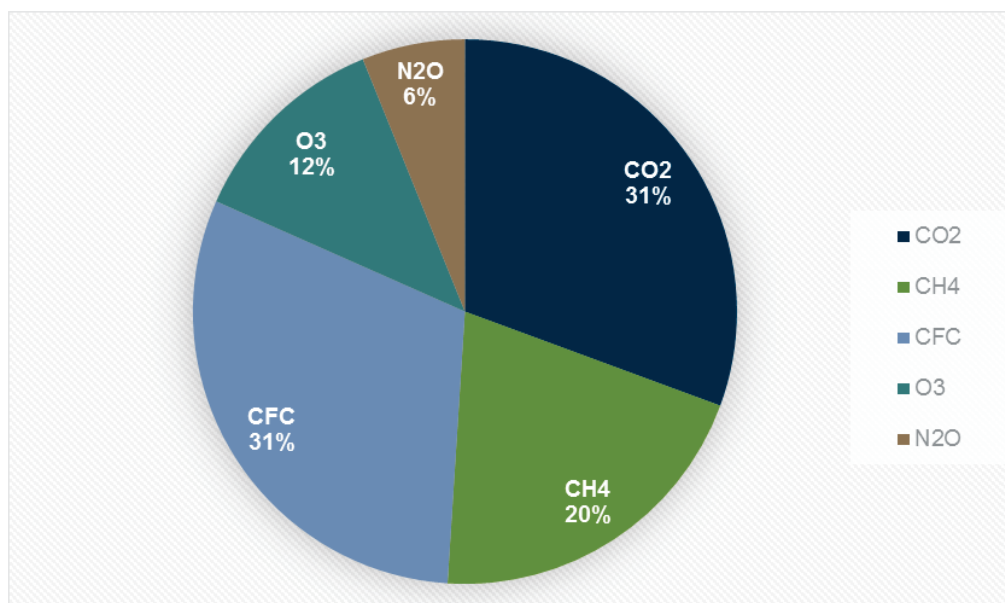
Cada contaminante tiene diferentes afecciones en la salud, esto depende de su concentración y tiempo de exposición. Por ejemplo, el material particulado suele afectar en mayor parte a los pulmones, mientras que el monóxido de carbono puede ocasionar a corto plazo una sensación de fatiga, y, el ozono puede ocasionar daños a los tejidos pulmonares y reducir las defensas contra las bacterias y los virus.

2.3.3.8 Dióxido de Carbono

Gas que existe espontáneamente y también como subproducto del quemado de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono de origen fósil, como el petróleo, el gas o el carbón, de la quema de biomasa, o de los cambios de uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el gas de efecto invernadero antropógeno que más afecta al equilibrio radiativo de la Tierra (IPCC, 2007) El Gráfico 2.1 indica el porcentaje de aportación de diferentes gases al efecto invernadero, donde se puede ver que el CO₂ aporta el 31% del total.

Durante la quema del combustible fósil, el carbón que se encuentra en éste, es emitido en mayor parte a la atmósfera en forma de (CO₂), mientras lo que resta es emitido en forma de monóxido de carbono (CO), metano (CH₄) e hidrocarburos que después de un tiempo se oxidan en la atmósfera para posteriormente convertirse en dióxido de carbono (CO₂). La fuente más importante de las emisiones de CO₂ en el sector energía es la oxidación del carbono que tiene lugar durante el proceso de combustión de las fuentes de energía fósiles y representa entre el 70% y el 90% del total de emisiones antropogénicas (OLADE, 2011).

GRÁFICO 2.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO.



Fuente: Inche, 2004

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Uno de los impactos generados por las fincas camaroneras está dado por el uso del diésel y las afectaciones que su combustión produce a la calidad del aire de ecosistemas únicos y frágiles como son los manglares. En el caso de las fincas, el diésel es una de las fuentes principales para los procesos operativos dentro de las mismas debido a que es empleado como suministro energético para bombas, generadores, aireadores, y, que a la par, emiten CO₂ al ambiente.

Las emisiones de CO₂ provenientes de la quema de combustibles fósiles, se pueden obtener a partir del cálculo de las cantidades de carbono contenidas en los combustibles. Esto difiere de los otros gases de efecto invernadero, puesto que el volumen de sus emisiones depende principalmente de las tecnologías y las condiciones de combustión.

2.4 GENERACIÓN DE ENERGÍA POR FUENTES ALTERNAS

2.4.1 ENERGÍA EÓLICA

Este tipo de energía se utiliza para generar electricidad mediante el uso de aerogeneradores en grandes cantidades dentro de un parque eólico. Ésta se produce a partir de la fuerza del viento; la energía cinética del viento golpea las aspas de un aerogenerador transformándola en energía mecánica por la acción de una fuerza de arrastre o de empuje. Posteriormente, ésta es aumentada por un multiplicador para luego ser convertida en energía eléctrica. Se debe recalcar que este sistema se usa en locaciones que cuentan con suficiente viento para poder mover las hélices de los aerogeneradores, por esta razón, no es una alternativa energética viable para las fincas camaroneras.

2.4.2 ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía geotérmica se basa en el aprovechamiento del calor interno contenido en la corteza terrestre. Ésta se extrae de reservorios geotermales formados por el agua proveniente de la superficie que penetra a través de las fallas del suelo hasta acuíferos subterráneos donde es calentada por el magma. De este reservorio se extrae vapor de agua que es transportado por tuberías hacia la central geotérmica que transforma a la presión y a la energía calorífica en energía mecánica que permite que gire una turbina y a su vez el generador produciendo energía eléctrica (Beltrán, 2016). La utilización de los recursos geotérmicos en Ecuador se limita a balnearios y piscinas termales. Sin embargo, los usos alternativos importantes siguen siendo desconocidos por la sociedad ecuatoriana (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables INER, 2017)

2.4.3 ENERGÍA HIDRÁULICA

La energía hidráulica es una fuente de energía renovable donde se genera electricidad por la caída de una masa de agua que se encuentra atrapada en un embalse. La energía producida por la caída de agua se transforma en mecánica y luego en eléctrica mediante un sistema turbina-generador. La fuerza ejercida por el caudal del agua mueve las turbinas que hacen girar las bobinas y posteriormente producir electricidad. La instalación de pequeñas hidroeléctricas no es viable en una camaronera debido a los costos elevados y el espacio requerido que se necesitaría para la construcción del embalse, generar la caída de agua y el sistema turbina-generador.

2.4.4 BIOMASA

Se considera biomasa al conjunto de materia orgánica de origen animal y vegetal que se caracteriza por el alto contenido de carbono, oxígeno y compuestos volátiles. Estos compuestos volátiles concentran una gran parte del poder calorífico de la biomasa. En el contexto energético, la biomasa se refiere a una fuente de energía renovable procedente de la energía solar fijada por los vegetales en el proceso fotosintético. Esta energía se libera al romper los enlaces de los compuestos orgánicos mediante combustión directa; o, transformando esta materia en combustibles como alcohol, metanol o aceite. Esta fuente de energía presenta ciertas desventajas como la amenaza de las áreas protegidas y la disminución de la seguridad alimentaria. Los productos procedentes de la biomasa que se utilizan con fines energéticos se denominan biocombustibles. En las camaroneras, el uso de biomasa como fuente energética se ve limitado debido a que no se genera materia orgánica suficiente para poder implementarla, además, la calidad del suelo que no es la adecuada para cultivos energéticos.

2.4.5 ENERGÍA SOLAR

La energía solar absorbida por la Tierra en un año es equivalente a 20 veces la energía almacenada en todas las reservas de combustibles fósiles en el mundo y diez mil veces superior al consumo actual (Santamarta, 2004). Este tipo de energía se basa en la conversión de la energía proveniente del sol en electricidad, conocido como efecto fotovoltaico. Para que se dé esta conversión es necesario un material que absorba la luz del sol y pueda transformar la energía de la radiación solar en energía eléctrica, como lo hacen las células fotovoltaicas.

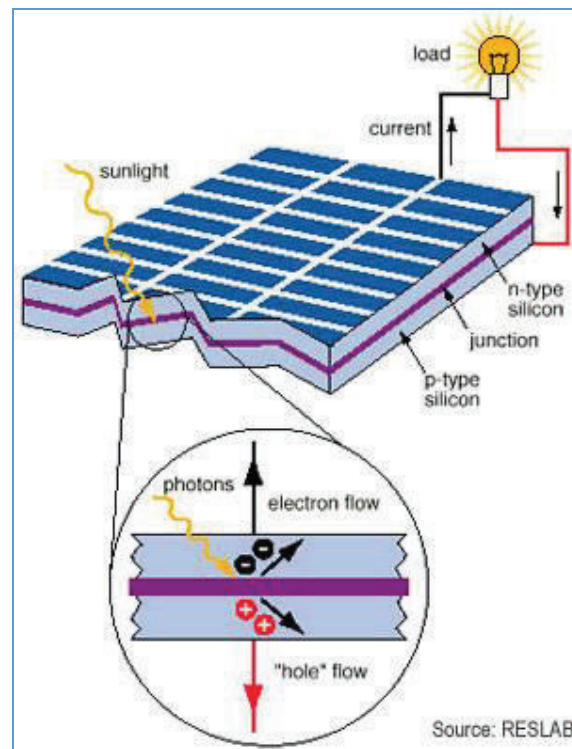
2.5 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

2.5.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La radiación solar se puede transformar directamente en electricidad por medio de aparatos, celdas solares o pilas solares que son semiconductores puros dopados con cantidades diminutas (1ppm) de otros elementos, para modificar su comportamiento. Varios conductores pueden emplearse, pero se prefiere el de silicio por razón de abundancia, costo, y principalmente, por estabilidad y rendimiento (~10-15%). (Shyam S, 2005) .

Una celda solar típica está formada por dos capas delgadas de silicio, cada una de ellas con un alambre (+ y -) incorporado, cuyo extremo sale al exterior. En una de las capas, algunos de los átomos de silicio están reemplazados por átomos de fósforo (transformándola en negativa o de tipo N) y en la otra, por átomos de boro (transformándola en positiva o tipo P). La unión entre dos capas crea una diferencia de potencial. La luz solar o visible induce a los electrones libres a moverse por el alambre de la capa tipo N hacia la capa de tipo P, con lo que se produce una corriente eléctrica que es almacenada en baterías, para utilizar esta energía durante las horas sin luz solar. (Shyam S, 2005) (Ilustración 2.21).

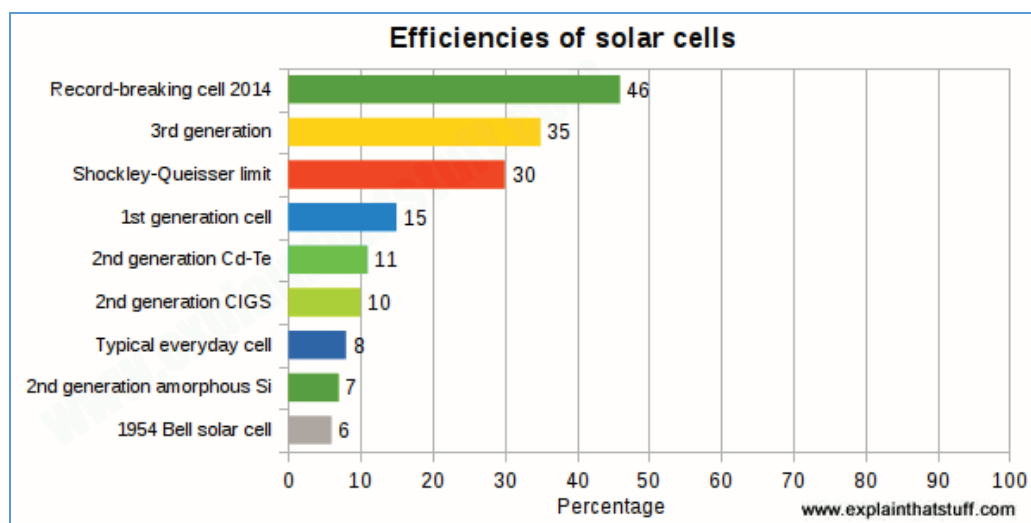
ILUSTRACIÓN 2.21 REPRESENTACIÓN DEL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA CÉLULA FOTOVOLTAICA.



Fuente: Energía Eólica y Aerogeneradores

La mayoría de las celdas actuales convierten entre un 10 y 20% de la energía que reciben en electricidad. Una celda solar típica de una sola unión de silicio tiene una eficiencia máxima teórica del 30%, eso es, esencialmente porque la luz solar contiene una amplia mezcla de fotones de diferentes longitudes de onda y energías y cualquier celda solar de una sola unión será optimizada para atrapar los fotones sólo dentro de una cierta banda de frecuencia. Algunas celdas solares de última generación en laboratorio tienen una eficiencia de hasta el 46% (Ilustración 2.22). Actualmente, las celdas solares que se encuentran en el mercado tienen una eficiencia alrededor del 15%. (CEMAER, 2015).

ILUSTRACIÓN 2.22 CUADRO DE EFICIENCIAS ALCANZADAS PARA CELDAS SOLARES.



Fuente: www.explainthatstuff.com

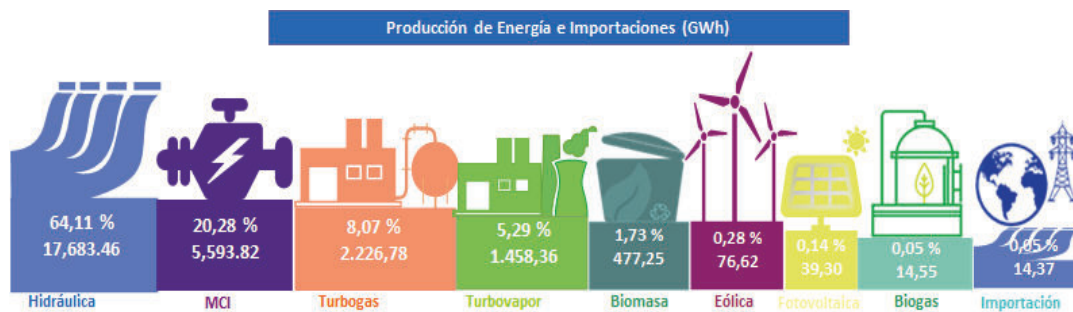
2.5.2 ESTADÍSTICAS DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

La energía solar está comenzando a tener un notable cambio en términos de crecimiento de generación de energía, contribuyendo con más del 20% de la generación de energía global en 2016. En este año se incrementó el uso de este tipo de fuente energética en un 33,2 % con referencia al año 2015 con una capacidad total de 301 GW. El país que en la actualidad cuenta con la mayor capacidad instalada acumulada es China (78,1 GW; 0,056 kW per cápita) quien se posicionó por delante de Japón (42,8 GW; 0,33 kW per cápita), seguido de Alemania (41,3 GW; 0,5 kW per cápita) y Estados Unidos (40,3 GW; 0,12 kW per cápita) (BP Global, 2016)

En el Ecuador, según el Balance Nacional de Energía Eléctrica realizado por ARCONEL, en marzo del 2017, el porcentaje de energía fotovoltaica dentro de la producción total de energía e importaciones es del 0,14%. En cuanto a energías renovables, la hidráulica se encuentra en primer lugar con 64,11%, seguido de la

eólica con 0,28%, la fotovoltaica, posteriormente biomasa (1,73%) y biogás (0,05%) (Ilustración 2.23).

ILUSTRACIÓN 2.23 FUENTES ENERGÉTICAS EN EL ECUADOR



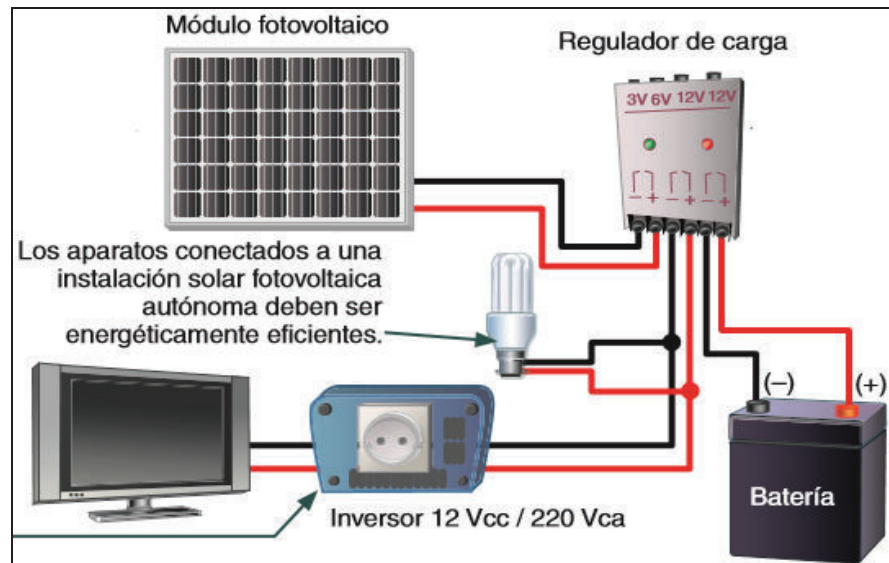
Fuente y elaboración: ARCONEL, 2017.

2.5.3 EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para que se pueda suministrar energía eléctrica a partir de un panel solar se necesita de un sistema fotovoltaico en el cual los componentes son los siguientes:

- Panel solar
- Controlador de carga
- Batería ciclo profundo
- Inversor

ILUSTRACIÓN 2.24 SISTEMA FOTOVOLTAICO



FUENTE: McGraw-Hill/ Interamericana.

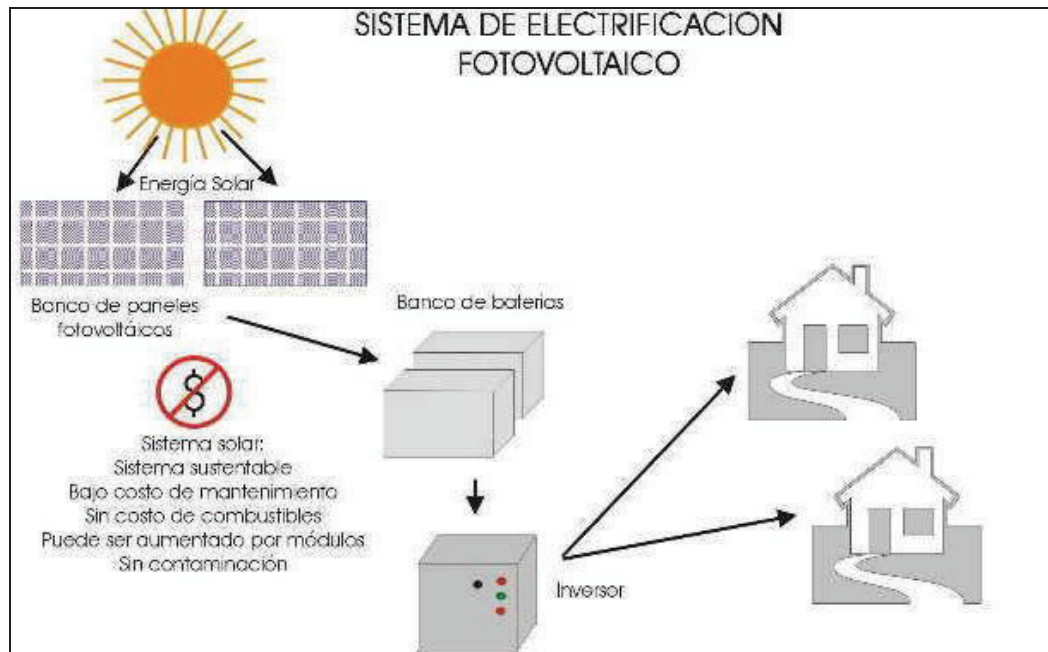
Generalmente se distinguen dos tipos de aplicaciones de sistemas fotovoltaicos:

- Sistema autónomo aislado
- Sistema conectado a la red

2.5.3.1 Sistema Fotovoltaico Autónomo Aislado

Este tipo de instalaciones se encuentran aisladas de la red eléctrica, se usan en mayor parte cuando el costo de mantenimiento y de instalación de las líneas eléctricas no es rentable y resulta más factible tener un sistema solar fotovoltaico (Energía Solar, 2015). Este es el tipo de sistema que sería viable para las camaroneras que no están conectadas al SNI y que no tienen buen acceso a la red.

ILUSTRACIÓN 2.25 SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO.



FUENTE: Corporación para el Desarrollo Sostenible, CODESO.

Las principales aplicaciones de estos sistemas son (Energía Solar , 2015):

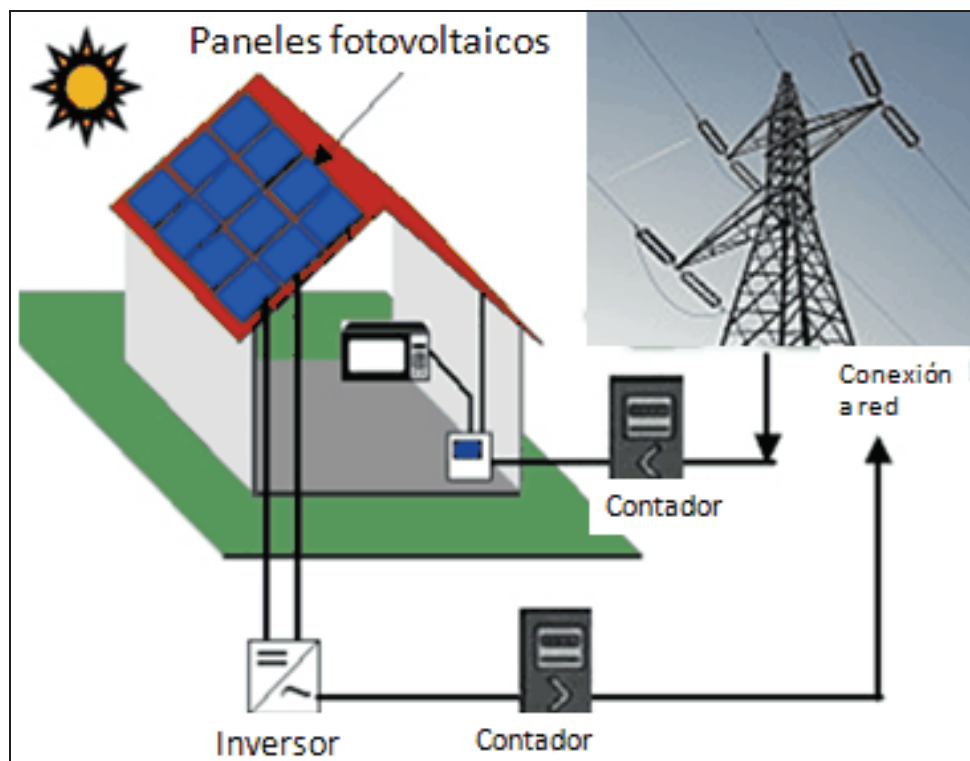
- Electrificación de viviendas y edificios, principalmente para iluminación y electrodomésticos de baja potencia
- Alumbrado público
- Aplicaciones agropecuarias y ganaderas
- Bombeo y tratamiento de agua
- Antenas de telefonía aisladas de la red.
- Señalización y comunicaciones

2.5.3.2 Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red

Son pequeñas centrales solares generadoras de baja tensión conectadas a la red de distribución de electricidad. La corriente eléctrica generada por una instalación fotovoltaica puede ser vertida a la red eléctrica como si fuera una central de

producción de energía eléctrica. El consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles, el usuario sigue comprando la energía eléctrica que consume a la compañía distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora de energía eléctrica (Energía Solar, 2015).

ILUSTRACIÓN 2.26 SISTEMA SOLAR CONECTADO A LA RED



FUENTE: ADR Formación.

Algunas de las aplicaciones de estos sistemas son las siguientes (Energía Solar , 2015):

- Instalaciones en tejados y terrazas de viviendas que dispongan de conexión a la red de distribución eléctrica, se aprovecha la superficie del tejado para colocar sistemas modulares de fácil instalación.
- Plantas de producción: son aplicaciones de carácter industrial que pueden instalarse en zonas rurales no aprovechadas para otros usos ("huertas

solares”, “cooperativas energéticas”) o sobrepuestas en grandes cubiertas de zonas urbanas (aparcamientos, zonas comerciales, entre otros).

- Integración en edificios: Consiste en la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen el elemento fotovoltaico, y que por tanto son generadores de energía (recubrimientos de fachadas, muros cortina, parasoles, pérgolas, etc.)

2.5.4 BOMBEO DE AGUA MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Un sistema de bombeo fotovoltaico es similar a los sistemas convencionales con la diferencia de que su fuente energética proviene de paneles solares, es una alternativa renovable para sustituir las bombas a diésel por eléctricas conectadas a un sistema de paneles solares. Las diferencias más importantes entre una bomba a diésel y una solar se muestran a en la Tabla 2.5.

TABLA 2.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE BOMBAS SOLARES Y A DIÉSEL.

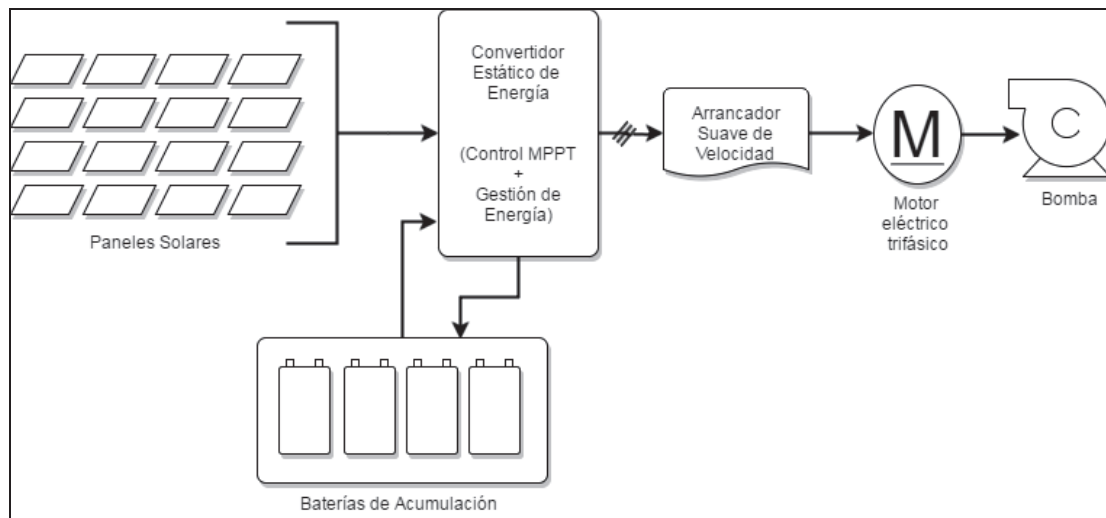
TIPO DE BOMBA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Solar fotovoltaica	Operación desatendida	Elevado coste de equipo
	No coste de combustible	Requiere almacenamiento para períodos nublados
	Bajo mantenimiento	
	Fácil Instalación	Con frecuencia las reparaciones requieren técnicos entrenados
Larga vida útil (20 años)		
Diésel y gasolina	Rápido y fácil mantenimiento	Suministro de combustible errático y de coste elevado
	Bajo coste de capital	Elevado coste de mantenimiento
	Ampliamente utilizadas	Corta vida útil
	Pueden ser portátiles	Contaminación por ruido y humo

Fuente: Practical Action, Technology challenging poverty.

2.5.4.1 Diseño del sistema de bombeo fotovoltaico

Para realizar el dimensionamiento de un sistema de bombeo fotovoltaico se toma como base la energía diaria necesaria que requiere la bomba. Posteriormente, se hace el análisis del recurso fotovoltaico y se definen los equipos necesarios para este sistema. En la Ilustración 2.27 se muestran los componentes del sistema de bombeo fotovoltaico.

ILUSTRACIÓN 2.27 ESQUEMA DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO.



Fuente y Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

2.5.4.1.1 Paneles Solares

Los paneles o módulos fotovoltaicos convierten la luz solar en energía eléctrica. Este proceso se realiza a través de la transformación los fotones de luz (energía luminosa) incidentes en una celda solar en electrones (energía eléctrica). Dichas celdas se conectan en serie para aumentar la tensión de salida y en paralelo para aumentar la corriente, es decir, entre las dos combinaciones, se aumenta la capacidad de producción de energía eléctrica. La corriente producida por los

paneles solares es una corriente continua DC, que se convierte en alterna con la ayuda de un convertidor estático de energía o inversor.

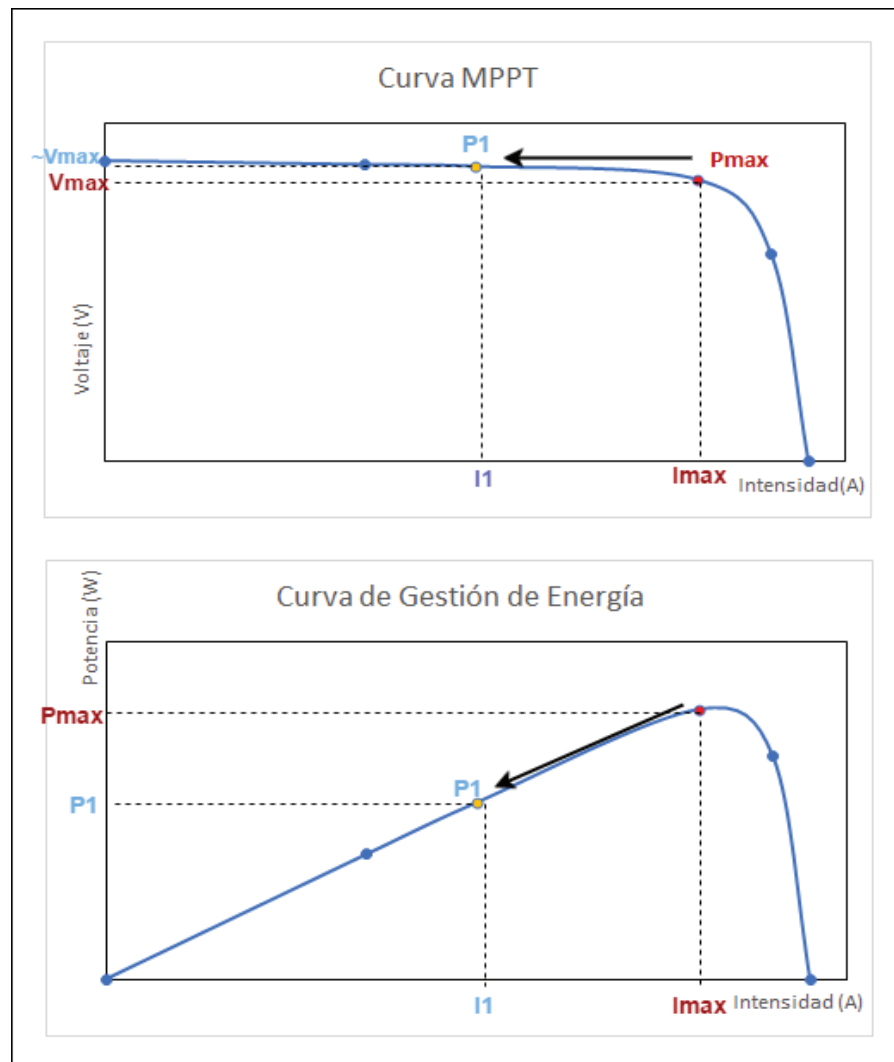
2.5.4.1.2 Convertidor Estático de Energía

La función del convertidor estático de energía es transformar la corriente continua, procedente de los paneles fotovoltaicos y de las baterías de acumulación, en corriente alterna para alimentar al motor AC. Este convertidor estático de energía DC/AC o inversor tiene incorporado un control por seguimiento de punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés) y gestión de energía. El MPPT desempeña su papel cuando se necesita la máxima potencia de los paneles para alimentar al sistema motor-bomba y cargar las baterías a valores de voltaje e intensidad de corriente tales que se alcance el punto de máxima potencia. Por otro lado, la gestión de energía es el control de flujo de energía desde los paneles fotovoltaicos hacia las bombas como primera prioridad, y luego hacia la carga de baterías, por lo tanto, en ese caso el suministro de energía es solo desde los paneles fotovoltaicos. La otra posibilidad de gestión de energía es cuando las condiciones climáticas no son buenas, por ejemplo, días nublados y lluviosos, en esos casos el suministro de energía lo suple las baterías y los paneles entregan lo que puedan, manteniendo eso sí los niveles de voltaje constante, sin tener posibilidad de cargar las baterías. En el primer caso de gestión de energía se puede cargar las baterías en función de su curva de carga para cuidar su tiempo de vida útil, en el segundo caso de gestión de la energía no se toma en cuenta la curva de carga y descarga de la batería, sino los requerimientos de energía de la carga, es decir de la bomba.

En la Ilustración 2.28 se muestran dos gráficas, la primera hace referencia al MPPT donde una combinación de valores de voltaje e intensidad obtienen el punto de máxima potencia. La segunda se trata del sistema gestión de energía, en esta se muestra la variación de potencia producida por un voltaje constante e

intensidad de corriente variable, esto es de acuerdo a las demandas de energía del sistema.

ILUSTRACIÓN 2.28 SEGUIMIENTO DE PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA (MPPT) Y GESTIÓN DE ENERGÍA.



Fuente y Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

2.5.4.1.3 Baterías de Acumulación

Las baterías de acumulación son necesarias en sistemas fotovoltaicos aislados para poder disponer de energía en las horas en las que no hay radiación solar. En

este caso, el sistema de bombeo de las granjas camaroneras funciona durante el día y la noche, por lo tanto, requiere un banco de baterías que proporcione energía al motor en las horas sin luz solar.

El funcionamiento de una batería se da de la siguiente manera:

- Carga: los paneles fotovoltaicos cargan las baterías, las que se comportan como receptoras, cerrando el circuito. La energía que no se consume, es almacenada en su interior como energía potencial química. Estas pueden ser conectadas en serie y en paralelo, dependiendo de los requerimientos de carga (Mora, 2011).
- Descarga: La energía almacenada se presenta en forma de tensión entre sus dos polos, lo que cierra el circuito y aparece una intensidad que alimenta, en este caso, al motor-bomba.

Existen algunos aspectos importantes de las baterías que se deben tomar en cuenta al momento de su instalación:

- Capacidad de almacenamiento: máxima carga eléctrica que puede entregar una batería mientras se descarga. Este valor está dado en amperios-hora debido a que la capacidad de almacenamiento de una batería depende de la rapidez con que se produzca el ciclo de descarga (Mora, 2011).
- Profundidad de descarga: Es la relación entre la carga extraída de una batería y su capacidad de almacenamiento.
- Vida útil: La vida útil de una batería se mide en cantidad de ciclos de carga-descarga que es capaz de realizar hasta que deja de ser útil. Es aconsejable mantener el nivel de descarga lo más alto posible para aumentar la vida útil (Mora, 2011).

2.5.4.1.4 Arrancador Suave de Velocidad

Estos dispositivos electrónicos de potencia ofrecen arranques de máquinas eléctricas suaves y progresivos, controlando la corriente de entrada al momento de arranque y reduciendo tanto el desgaste mecánico como el eléctrico, así como daños en el sistema. Se utilizan cuando es necesario poco o ningún control de velocidad durante la marcha. Debido a que las bombas utilizadas en las camaroneras están a velocidad constante durante todas las horas de trabajo, no es necesario utilizar un variador de velocidad a lo largo de la marcha, sino que se busca proteger el motor de posibles daños únicamente en el momento del arranque, por esa razón se recomienda utilizar un arrancador suave (Manual de Esquemas Moeller, 2005).

2.5.4.1.5 Motor Eléctrico-Bomba

El motor propuesto en este esquema es un motor eléctrico trifásico AC del que se obtiene la potencia eléctrica requerida para accionar la bomba a la que está acoplado. Al igual que con la bomba, también se toma en cuenta su eficiencia de trabajo. Las características de la bomba propuesta en el esquema, están en base a las necesidades hidráulicas de bombeo requeridas para cada camaronera.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 MUESTRA BASE

Para el levantamiento de información de este trabajo se optó por la aplicación de encuestas. La muestra sobre la que se trabajó el proyecto fue en base al estudio “Introduction of Photovoltaic Energy in Ecuadorian Shrimp Farms” que presenta un error del 7,6% con un nivel de confianza del 95% (Mentefactura-GIZ, 2015). El tamaño muestral tiene un total de 158 camaroneras distribuidas en dos estratos diferentes: provincias y tamaños.

3.1.1 PROVINCIAS

Las camaroneras están ubicadas en la zona litoral del Ecuador, dentro de las provincias: Esmeraldas, Manabí, Guayas, Santa Elena y el Oro. La muestra (158 camaroneras) se encuentra conformada dentro del grupo provincias de la siguiente manera: en Esmeraldas se encuentran ubicadas 16 (10,1%) del total de camaroneras, en Manabí 31 (19,6%), en Guayas 62 (39,3%), en Santa Elena 1 (0,6%) y en El Oro 48 (30,4%) (Tabla 3.1)

3.1.2 TAMAÑOS

Dentro de este estrato, las camaroneras están clasificadas en los siguientes cuatro grupos:

- Pequeñas: de 0 a 49 Ha.
- Medianas: de 50 a 249 Ha.
- Grandes: de 250 a 1.000 Ha.

- Especiales: mayores a 1.000 Ha.

Del total de camaroneras, (67,7%) corresponde a fincas pequeñas, 44 (27,8%) son fincas medianas, 6 (3,9%) representan fincas grandes y 1 (0,6%) corresponde a fincas especiales (Tabla 3.1).

TABLA 3.1 MUESTRA BASE

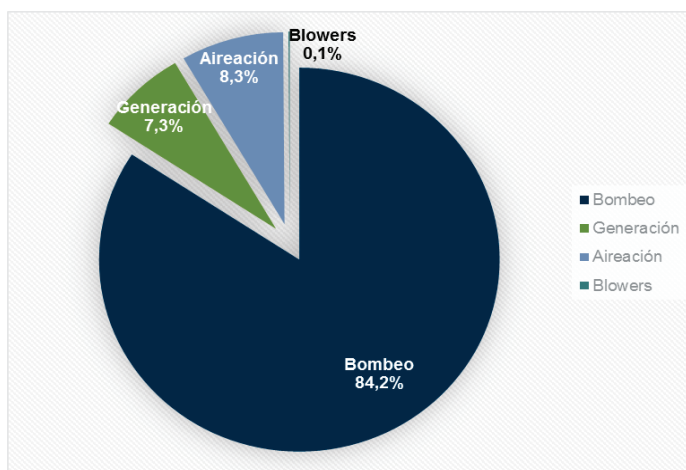
PROVINCIA TAMAÑO	ESMERALDAS	MANABÍ	GUAYAS	SANTA ELENA	EL ORO	TOTAL NACIONAL
Pequeñas	13	27	29	1	37	107
Medianas	2	4	28	0	10	44
Grandes	1	0	4	0	1	6
Especiales	0	0	1	0	0	1
Total	16	31	62	1	48	158

Fuente: MAGAP, 2015

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

En base a la muestra indicada en la Tabla 3.1 se realizó un análisis del consumo de diésel en el sector camaronero donde se obtuvo que el proceso que presenta mayor demanda de este combustible es el bombeo (84,2%) (Gráfico 3.1), en comparación con la generación de electricidad (7,3%), aireación de piscinas (8,3%) y uso de blowers (0,11%) (Mentefactura-GIZ, 2015).

GRÁFICO 3.1 CONSUMO DE DIÉSEL EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DEL SECTOR CAMARONERO

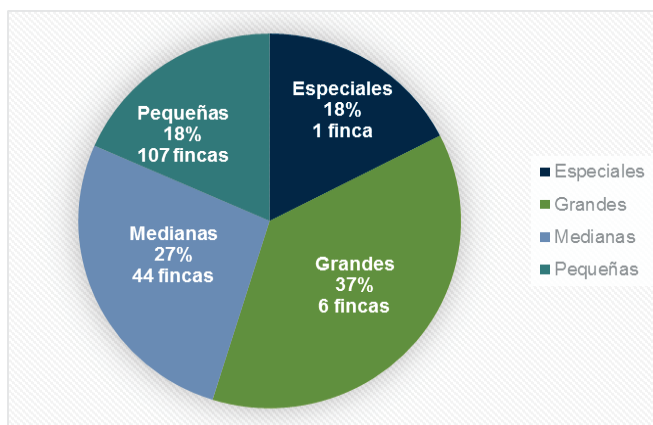


Fuente: Introduction of Photovoltaic Energy in Ecuadorian Shrimp Farming, (GIZ – Mentefactura 2015)

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

En este análisis se visualiza que las camaroneras grandes y especiales, a pesar de ser solamente 7, presentan el 55% (Gráfico 3.2) del consumo de diésel en el sistema de bombeo en todo el sector, frente a las camaroneras pequeñas y medianas (151 en total) que presentan el 45% (Mentefactura-GIZ, 2015).

GRÁFICO 3.2 CONSUMO DE DIÉSEL EN EL SISTEMA DE BOMBEO DE LAS CAMARONERAS.



Fuente: Introduction of Photovoltaic Energy in Ecuadorian Shrimp Farming, (GIZ – Mentefactura 2015).

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Por lo tanto, la sección de la muestra en la que se basa este estudio corresponde a las camaroneras grandes y especiales (Tabla 3.2), puesto que como se mencionó anteriormente, su consumo de diésel para bombeo es el más significativo (Gráfico 3.2). Cabe recalcar que el nombre real de las camaroneras no será mencionado debido a una petición de confidencialidad por parte de los dueños, por esta razón se las nombra como se muestra en la Tabla 3.2.

TABLA 3.2 MUESTRA FINAL

CAMARONERA	TAMAÑO (HA)	CLASIFICACIÓN
A	728	Grande
B	900	Grande
C	304	Grande
D	1,495	Especial
E	550	Grande
F	465	Grande
G	980	Grande

Fuente: Introduction of Photovoltaic Energy in Ecuadorian Shrimp Farming, (GIZ – Mentefactura 2015).

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

3.2 ELABORACIÓN DE LA ENCUESTA

La encuesta cuenta con preguntas relacionadas al sistema de bombeo dentro de las fincas, planteadas con el objetivo de recolectar información precisa y puntual.

3.2.1 SECCIONES DE LA ENCUESTA

La encuesta consta de tres secciones detalladas a continuación (ANEXO 1):

- La primera parte del cuestionario consta de preguntas acerca de las características mecánicas del sistema de bombeo. Se profundiza en la

maquinaria utilizada en el bombeo para, en base a esto, poder entender su requerimiento técnico. Estas tablas recogen información específica, por ejemplo las características técnicas, horas de trabajo y edad de la maquinaria.

- La segunda parte se enfoca en las características físicas de la camaronera que influyen en el sistema de bombeo como la altura de la zona de succión hasta el canal reservorio y las características de las tuberías.
- En la tercera parte se recolecta información acerca de los costos relacionados con el mantenimiento, reparación de la maquinaria y, el transporte de combustible hacia la camaronera. Esto es importante para la comparación de costos entre una tecnología renovable y la actual tecnología convencional utilizada.

3.2.2 APLICACIÓN DE LA ENCUESTA

Las personas a las que se les aplicó esta encuesta fueron contactadas vía telefónica desde las instalaciones de Mentefactura en Quito a partir del 01 de noviembre del 2016 hasta el mes de marzo del 2017.

3.3 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL SOBREDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO

Este estudio parte de la hipótesis de un sobredimensionamiento en el sistema de bombeo de las camaroneras. Éste se traduce en un exceso de consumo de diésel en el bombeo que a su vez tiene un efecto sobre el ambiente por emisiones de CO₂.

Para analizar dicho sobredimensionamiento, es necesario calcular las potencias requeridas en el sistema de bombeo de cada camaronera. Este cálculo precisa la obtención del punto de operación de la maquinaria mediante la intersección de la curva del sistema, obtenida con la ecuación de Bernoulli, y, la curva característica de la bomba. Esto se realiza en base a la teoría que consta en el Apartado 2.2.4.

3.4 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO

La quema de combustible genera CO_2 en cantidades que se pueden estimar con mayor exactitud en base a la cantidad de carbono total contenido en cada combustible. Esto se debe a que la producción de CO_2 depende únicamente del combustible, mientras que los gases no CO_2 , como el CO , CH_4 y N_2O , dependen de otros factores como la tecnología utilizada y el mantenimiento que se brinda a los equipos de combustión. En las directrices del IPCC del 2006 para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, se indica que, para estimar las cantidades de CO_2 emitidas, en un nivel inicial o primer nivel, se lo puede hacer sobre la cantidad de combustible quemado y utilizando los factores de emisión promedio disponibles para cada tipo de combustible. Es posible hacer dichas estimaciones en un nivel más aproximado o segundo nivel, si es que se tuviera el factor de emisión de los combustibles para cada país. Esto se debe a que dicho factor puede diferir dependiendo de la calidad de cada combustible y por cada tecnología de combustión. (IPPC, 2006).

Para el cálculo de las emisiones de CO_2 generadas por el uso de diésel se utilizan los datos de la Tabla 3.3

TABLA 3.3 DATOS PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO.

CARACTERÍSTICAS DEL DIÉSEL					
Poder Calórico (MAE, 2013)		Factor de Emisión (IPPC, 2006)		Densidad (Parra, 2013)	
41.8	TJ/1000 ton	74100	kg CO ₂ /TJ	845	kg/m ³
4.18E-05	TJ/kg diésel	9.89	kg CO ₂ /gal diésel	3.1941	kg diésel/gal diésel

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G

3.5 METODOLOGÍA DEL DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

3.5.1 SISTEMA BOMBA-MOTOR-INVERSOR

En este diseño, los paneles deben suministrar la energía necesaria para que el motor accione la bomba y que ésta, a su vez, ingrese el agua hacia las piscinas. Como primer paso, se precisa de un motor eléctrico que cumpla con los requerimientos de potencia de la bomba. A continuación, se necesita un arrancador suave de velocidad y un convertidor estático de energía que cumplan con los requerimientos del motor en cuanto a tensión y potencia; y, finalmente, se procede a dimensionar las baterías de acumulación y los paneles solares.

3.5.2 BATERÍAS DE ACUMULACIÓN

El dimensionamiento de las baterías se realiza de acuerdo a cuanta energía requiere el sistema de bombeo en la noche tomando en cuenta la tensión que el sistema requiere.

La intensidad de corriente que necesitan las baterías se determina de la siguiente manera:

$$C = \frac{P_{ent inv} \times h_T}{V_{inv} \times P_D} \quad (3.1)$$

donde:

- C= capacidad del sistema de baterías (Ah)
- P_{inv} = potencia de entrada del inversor (W)
- h_T = autonomía del sistema de baterías (h)
- P_D = profundidad de descarga de las baterías (%)
- V_{inv} = voltaje de entrada en el inversor (V).

Una vez definida la capacidad del sistema de baterías se determina cuántas son colocadas en serie y en paralelo:

$$N_{Bat serie} = \frac{V_{inv}}{V_{bat}} \quad (3.2)$$

$$N_{Bat paralelo} = \frac{C}{C_{bat}} \quad (3.3)$$

$$N_{Bat total} = N_{Bat serie} \times N_{Bat paralelo} \quad (3.4)$$

donde:

- $N_{Bat total}$ = número de baterías totales.
- $N_{Bat serie}$ = número de baterías colocadas en serie
- $N_{Bat paralelo}$ = número de baterías colocadas en paralelo
- V_{inv} = voltaje de entrada del inversor (V)
- V_{bat} = voltaje que corresponde a cada batería (V)

- C= capacidad requerida para el sistema de baterías (Ah)
- C_{bat}= capacidad que corresponde a cada batería (Ah)

3.5.3 PANELES SOLARES

La potencia que van a suministrar los módulos solares está en función de la radiación solar incidente en la zona. Ésta depende del lugar y del día del año, consecuencia del cambio de estación, condiciones climáticas y geográficas específicas. Normalmente se utilizan dos términos para definir la radiación solar: irradiancia e irradiación. El primero hace referencia a la potencia instantánea recibida sobre una unidad de superficie (W/m²) y el segundo término se refiere a la energía incidente por unidad de superficie durante un determinado período de tiempo (Wh/m²), este último término se utiliza para el diseño de paneles solares con la finalidad de determinar la cantidad de energía que puede producir la instalación por cada mes del año. Esto se define como número de horas de sol pico (HSP) del lugar analizado y representa las horas de sol disponibles a una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m² (Rodríguez, 2017).

El número de módulos solares que se utilizarán en el sistema se definen por la siguiente expresión (Rodríguez, 2017):

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{P_{MP} HSP_{Crit} PR} \quad (3.5)$$

donde:

- N_{mod}= número de módulos solares que se van a utilizar en el sistema
- C_{ed}= consumo energético diario del sistema (kWh)
- P_{MP}= potencia pico del módulo solar (kW)

- HSP_{crit} = horas de sol pico en la zona donde se van a colocar los paneles, este dato se tomará para el mes que tiene menor irradiación en todo el año (mes crítico).
- PR= rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, es la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo para el período de diseño. Un valor típico de partida de PR para el diseño de sistemas con inversor y batería es 0,6; y para sistemas de bombeo directo 0,7 (Arija G., 2010).

El rendimiento energético o performance ratio viene dado por las pérdidas originadas en la instalación que son las siguientes:

- Pérdidas por dispersión de potencia en los módulos.

La potencia que pueden desarrollar los módulos no es exactamente la misma, y por lo tanto tampoco lo son ni su intensidad ni su tensión de máxima potencia. De este modo, cuando se constituye un sistema generador formado por varios paneles o módulos conectados en serie, este hecho induce a que se produzca una pérdida de potencia debido a que el valor de la intensidad de corriente de paso será igual a la de menor valor de los paneles colocados en serie (Rodríguez, 2017). Dentro de las propiedades técnicas que se encuentran en las hojas de especificaciones del módulo seleccionado se obtiene el dato de tolerancia de potencia (% $P_{máx}$).

- Pérdidas por incremento de temperatura en las células fotovoltaicas.

El rendimiento de los módulos fotovoltaicos disminuye con el incremento de la temperatura a la que se encuentra la superficie del panel. Al ser un elemento expuesto a la radiación solar de manera continua es necesario que exista una buena ventilación tanto por la superficie expuesta al sol como por la parte posterior de los módulos. No obstante, incluso con buena ventilación, se produce un incremento de temperatura de la superficie de los módulos con respecto a la

temperatura ambiente exterior. Para el cálculo del factor que considera las pérdidas por incremento de la temperatura del panel (P_T), se suele emplear la siguiente expresión (Rodríguez, 2017):

$$P_T = K_T(T_C - 25^\circ\text{C}) \quad (3.6)$$

donde:

- K_T =coeficiente de temperatura, medido en $^\circ\text{C}^{-1}$. En general, este valor está dado por el fabricante del módulo solar, sin embargo, si no es proporcionado por el fabricante se puede tomar por defecto el valor de $0,0035 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ (Rodríguez, 2017).
- T_c =temperatura media mensual a la que trabajan las placas fotovoltaicas, para determinar este dato se utiliza la siguiente ecuación:

$$T_C = T_{amb} + \frac{(T_{onc} - 20^\circ\text{C}) * E}{800} \quad (3.7)$$

donde:

- T_{amb} = temperatura ambiente media mensual del lugar donde se instalarán los módulos fotovoltaicos
- T_{onc} = temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m^2 .(Rodríguez, 2017).
- E = irradiancia media en un día soleado del mes más crítico.
- Pérdidas debido a la acumulación de suciedad en los módulos.

En condiciones normales de emplazamiento y realizando tareas de mantenimiento y limpieza correspondientes de forma regular, los paneles fotovoltaicos no deben superar unas pérdidas por este concepto del 3% (Rodríguez, 2017).

- Pérdidas por sombras

Las pérdidas por el sombreado parcial de los generadores fotovoltaicos que penalizan su producción eléctrica se pueden estimar en torno al 2% (Rodríguez, 2017).

- Pérdidas por degradación de los módulos.

Estas pérdidas se deben a un proceso natural de degradación de todas las células de silicio debido a su exposición a la radiación solar, que de forma usual se admite que sean del orden del 1% (Rodríguez, 2017).

- Pérdidas eléctricas

Dentro de la instalación eléctrica, la conexión entre módulos y con los demás componentes de la instalación fotovoltaica se indica que la caída de tensión no podrá superar el 1,5% en la parte de la instalación que funcione en corriente continua, que en este caso coincide con toda la instalación. Por tanto, teniendo en cuenta estas consideraciones, se estiman que las pérdidas eléctricas serán del 1,5% (Rodríguez, 2017).

- Pérdidas por reflectancia

Estas pérdidas hacen referencia a los efectos angulares de la reflexión. En los módulos deben considerarse un 2,9% (Rodríguez, 2017).

Una vez determinado el dato de PR o rendimiento energético de la instalación, se procede a utilizar la Ecuación (3.5) para calcular el número de módulos que tendrían que ser instalados dentro de la zona. Posteriormente se determina el número de módulos en serie y en paralelo, los módulos se colocan en serie para obtener el voltaje necesario para el sistema mientras que se los ubica en paralelo

para obtener el amperaje que necesita el sistema. Esto se determina de la siguiente manera (Rodríguez, 2017):

$$N_{mod\ serie} = \frac{V_{INV}}{V_{MP}} \quad (3.8)$$

$$N_{mod\ paralelo} = \frac{N_{mod}}{N_{mod\ serie}} \quad (3.9)$$

donde:

- N_{mod} = Número de módulos o paneles solares totales que se utilizarán en la instalación.
- $N_{mod\ serie}$ = Número de módulos o paneles solares que se van a usar en la instalación en serie.
- $N_{mod\ paralelo}$ = Número de módulos o paneles solares que se van a usar en la instalación en paralelo.
- V_{INV} = Voltaje de entrada en el inversor (V)
- V_{MP} = Tensión en el punto de máxima potencia del módulo solar (V)

CAPÍTULO 4

CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1 CÁLCULO DEL SOBREDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO

4.1.1 CÁLCULO DE LA CURVA DEL SISTEMA

En base a la Ecuación de Bernoulli, la curva característica de cada bomba y los datos recolectados mediante las encuestas a los camaroneros se determina la curva del sistema de bombeo con la Ecuación (2.16). En el ANEXO 2 y 3 se presenta la información recopilada acerca de los parámetros de cada una de las bombas y su sistema de tuberías, valores utilizados para determinar la curva del sistema. Una vez determinada esta curva se procede a intersecarla con la curva característica de cada bomba, otorgada por el fabricante. Finalmente, como producto de esta intersección se obtiene el punto de operación mediante el cual se calcula la potencia necesaria para las bombas.

A continuación, solamente con la finalidad de realizar un ejemplo de cálculo, se escoge una bomba aleatoriamente y se obtiene la curva del sistema correspondiente. El mismo proceso se repite para todas las bombas de cada camaronera que conforman la base de datos. Se escogió la Delta Delfini 36” de la Camaronera A.

- **BOMBA DELTA 36” – CAMARONERA “A”**

El sistema de bombeo se encuentra dividido en dos partes: succión y descarga. Cada sección tiene longitudes y diámetros distintos, por esta razón se debe

realizar el cálculo de los coeficientes para cada zona. Entonces, la ecuación del sistema (Ecuación (2.16)) queda de la siguiente manera:

$$Hb = z_2 + \left[f \frac{Q^2}{DA^2 2g} (L + Le) \right] \text{succión} + \left[f \frac{Q^2}{DA^2 2g} (L + Le) \right] \text{descarga} \quad (4.1)$$

El cálculo se realiza de la siguiente manera:

- **SUCCIÓN**

En primer lugar, se determina el coeficiente de fricción (f) que se calcula a partir del número de Reynolds (Ecuación (2.17)) en base a la información de los ANEXOS 2 y 3.

$$Re = \frac{1023 \left(\frac{kg}{m^3}\right) \times 1,83 \left(\frac{m}{s}\right) \times 0,9144(m)}{0,000959047 \left(\frac{kg}{ms}\right)}$$

$$Re = 1'783.016$$

Luego de obtener el número de Reynolds se procede a calcular la rugosidad relativa a partir de la rugosidad absoluta del material de la tubería (Tabla 4.1)

TABLA 4.1 RUGOSIDAD ABSOLUTA PARA LOS MATERIALES DE LAS TUBERÍAS EN LAS CAMARONERAS

MATERIAL	RUGOSIDAD ABSOLUTA (ε) MM
Hierro	0,26
HDPE (High Density Polyethylene)	0,001524
Asbesto Cemento	0,07
Concreto	0,3

Fuente: Plastics Pipe Institut, 2009.

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

En este caso, el material de la tubería es hierro, entonces la rugosidad relativa queda expresada de la siguiente manera:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,26 \text{ mm}}{914,4 \text{ mm}}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = 0,00028434$$

Una vez obtenido el número de Reynolds y la rugosidad relativa se procede a ubicar estos valores en el Diagrama de Moody (Ilustración 2.16) y se determina el coeficiente de fricción (f).

$$f = 0,015209851$$

Luego de obtener el coeficiente de fricción (f), se procede a determinar la longitud equivalente (Le). Se usó el Ábaco para el Cálculo de Pérdidas de Cargas Adicionales (Ilustración 2.17), donde se ubica los datos de los accesorios de la tubería de la bomba. La tubería tiene 1 codo de 90° (ANEXO 3) y un diámetro de 900mm (ANEXO 2), entonces:

$$Le = 53 \text{ m}$$

- **DESCARGA**

Se determinan los coeficientes de la misma manera que en la succión. En primer lugar se determina el coeficiente de fricción (f):

$$Re = \frac{1023 \left(\frac{kg}{m^3}\right) \times 1,48 \left(\frac{m}{s}\right) \times 1,016(m)}{0,000959047 \left(\frac{kg}{ms}\right)}$$

$$Re = 1'604.715$$

Luego de obtener el número de Reynolds se determina la rugosidad relativa a partir de la rugosidad absoluta del material de la tubería (Tabla 4.1). El material de la tubería es hierro, entonces la rugosidad relativa queda expresada de la siguiente manera:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,26 \text{ mm}}{1,016 \text{ mm}}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = 0,000255906$$

Se ubica el número de Reynolds y la rugosidad relativa en el Diagrama de Moody (Ilustración 2.16) y se determina el coeficiente de fricción (f).

$$f = 0,014970782$$

Luego se determina la longitud equivalente (L_e) mediante el uso del Ábaco para el Cálculo de Pérdidas de Cargas Adicionales (Ilustración 2.17). La tubería tiene 1 expansión de 36" a 40" (ANEXO 3) y un diámetro de 1016mm (ANEXO 2), entonces:

$$L_e = 19 \text{ m}$$

Una vez obtenidos los datos del coeficiente de fricción y la longitud equivalente para la zona de succión y descarga se procede a reemplazar todos los términos calculados junto con los datos del ANEXO 2 y ANEXO 3 en la ecuación del sistema (Ecuación (4.1)).

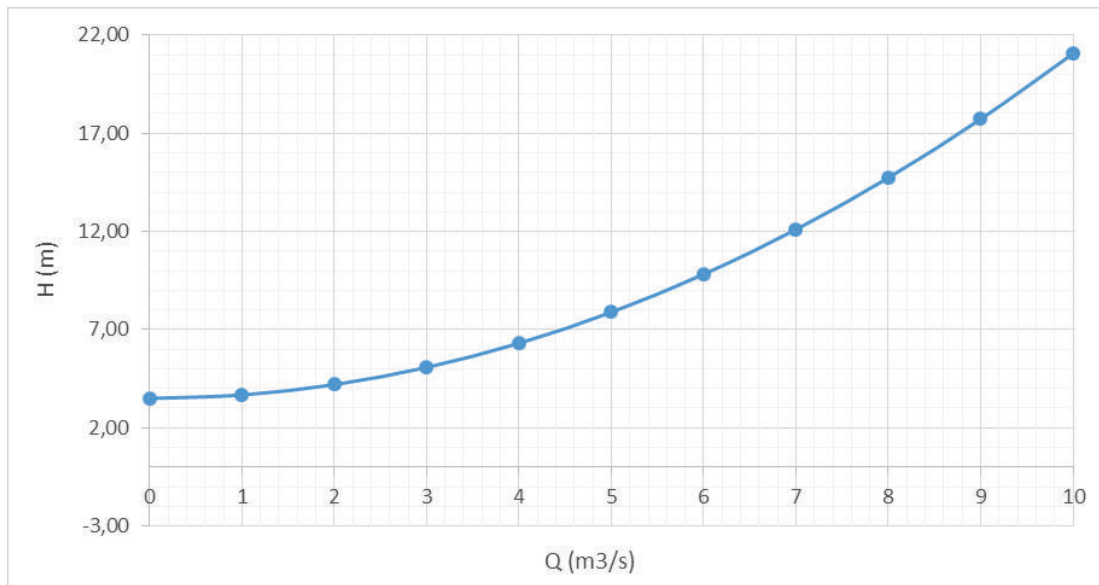
Se expresa de la siguiente manera:

$$Hb = 3,5 (m) + \left[0,015 * \frac{Q^2}{0,9144m * (0,66m)^2 * 2 * 9,81 \frac{m}{s^2}} (13m + 53m) \right] + \left[0,015 * \frac{Q^2}{1,016m * (0,81m)^2 * 29,81 \frac{m}{s^2}} (21m + 19m) \right]$$

$$Hb = 3,5 + 0,1756 Q^2 \quad (4.2)$$

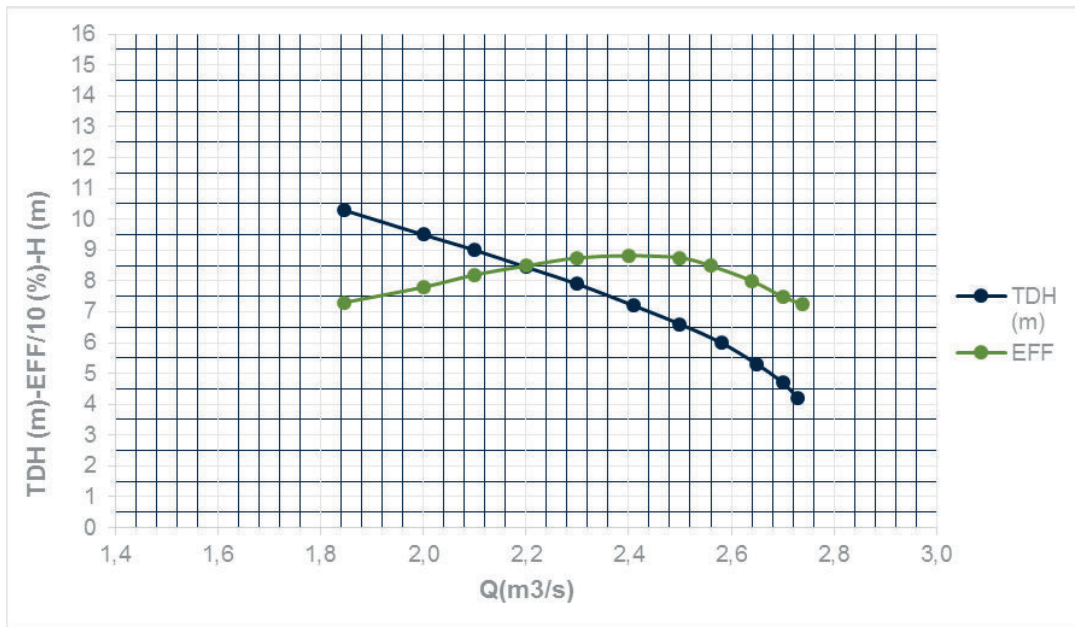
Una vez definida la ecuación de la curva del sistema se procede a graficarla (Gráfico 4.1) para posteriormente ser intersecada con la curva característica de la bomba Delta Delfini de 36" (Gráfico 4.2). En el Gráfico 4.3 se muestra la intersección de la curva del sistema con la curva característica de la bomba.

GRÁFICO 4.1 CURVA DEL SISTEMA DE LA BOMBA DELTA 36"-CAMARONERA "A".



Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

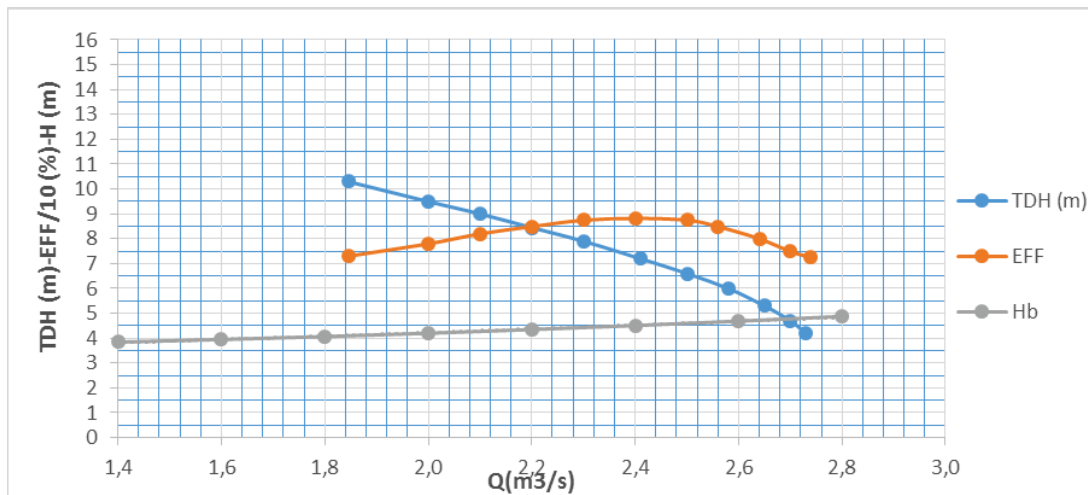
GRÁFICO 4.2 CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA DELTA 36"



Fuente: DELTA - DELFINI & CIA SA.

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

GRÁFICO 4.3 INTERSECCIÓN DE LA CURVA DEL SISTEMA (HB) Y CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA DELTA 36", CAMARONERA "A".



Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Del Gráfico 4.3, se obtiene el punto de operación de la bomba (punto de intersección de las curvas), estos se muestran a continuación:

- $Q_{operación}$: 2,69 m³/s
- H_{bomba} : 4,75 m
- η_{bomba} : 75%

A partir de esta información se puede determinar la potencia hidráulica de la bomba (P_H), que es la energía requerida para transportar un líquido por unidad de tiempo (potencia de salida de la bomba) y se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_H = Q * H_b * \rho * g \quad (4.3)$$

Reemplazando la Ecuación (4.3) con los datos obtenidos:

$$P_H = 2,69 \frac{m^3}{s} * 4,75 m * 1023 \frac{kg}{m^3} * 9,81 m/s$$

$$P_H = 128148,046 W$$

$$P_H = 128 kW$$

Convirtiendo a hp, 1kW= 1,34102 hp

$$P_H = 172 hp$$

A partir de la potencia hidráulica se puede calcular la potencia de entrada que depende la eficiencia de la misma, y se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$P_{Bomba} = \frac{P_H}{\eta_{BOMBA}} \quad (4.4)$$

que en este caso es:

$$P_{Bomba} = \frac{172 \text{ hp}}{75 \%}$$

$$P_{Bomba} = 229 \text{ hp}$$

A partir de la potencia de la bomba se puede determinar la potencia del motor puesto que la potencia absorbida por la bomba es la que tiene que suministrar el motor de combustión

A esto se le debe añadir el rendimiento de la caja de transmisión que está entre el motor y la bomba, puesto que las bombas de las camaroneras tienen acopladas estas cajas para tener el torque necesario a la velocidad de la bomba. Entonces la potencia del motor queda expresada de la siguiente manera:

$$P_{Motor} = \frac{P_{Bomba}}{\eta_{Motor} * \eta_{Caja}} \quad (4.5)$$

Los datos de eficiencias del motor y de la caja de transmisión fueron otorgados por los encargados del control y funcionamiento de las estaciones de bombeo en las camaroneras se encuentran en el ANEXO 2, los cuales se usarán en los cálculos de las potencias de los motores para todas las bombas en cada camaronera.

Se reemplazan los datos de rendimiento del motor y caja para la Camaronera A (ANEXO 2) en la Ecuación (4.5):

$$P_{Motor} = \frac{P_{Bomba}}{\eta_{Caja} * \eta_{Motor}}$$

$$P_{Motor} = \frac{229 \text{ hp}}{0,88 * 0,85}$$

$$P_{Motor} = 306 \text{ hp}$$

Mediante estos cálculos se ha obtenido la potencia que debería tener el motor para la bomba Delta Delfini 36" de la Camaronera A. Como se mencionó anteriormente, este proceso de cálculo es el mismo para las otras bombas en el resto de camaroneras (ANEXO 4).

4.1.1.1 Resultados

Una vez obtenida la curva del sistema para todas las bombas de las camaroneras, éstas fueron intersecadas con la curva característica de cada bomba (ANEXO 5). De este proceso se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto a altura de bombeo (H_b), caudal Q y eficiencia η :

TABLA 4.2 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA INTERSECCIÓN DE LAS CURVAS.

CAMARONERA	MARCA DE LA BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	DIÁMETRO DE LA BOMBA (PULGADAS)	ALTURA DE LA BOMBA (M)	CAUDAL (M3/S)	EFICIENCIA (%)
A	Delta delfini 36"	5	36	4,75	2,69	75%
	Delta delfini 28"	2	28	5,2	2,69	80%
	Etec 48"	3	48	4,01	4,80	84%
B	Delta delfini 36"	5	36	4,80	2,69	76%
	Machaleña 36"	4	36	3,90	2,74	80%
	Etec 48"	5	48	4,00	4,80	80%
C	Delta delfini 36"	3	36	3,50	2,80	66%
D	Etec 36"	2	36	4,00	2,81	84%
	Delta	4	50	4,00	5,38	72%

CAMARONERA	MARCA DE LA BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	DIÁMETRO DE LA BOMBA (PULGADAS)	ALTURA DE LA BOMBA (M)	CAUDAL (M3/S)	EFICIENCIA (%)
	delfini 50"					
	Machaleña 36"	4	36	3,90	2,75	80%
	Delta delfini 24"	2	24	5,00	1,31	74%
	Delta delfini 36"	1	36	4,75	2,70	75%
	Delta delfini 36"	5	36	4,50	2,71	75%
E	Delta delfini 36"	1	36	5,00	2,67	79%
	Delta delfini 36"	1	36	4,70	2,70	75%
	Nacional 36"	1	36	4,60	2,69	81%
F	Delta Delfini 36"	2	36	4,70	2,70	75%
	Delta delfini 36"	2	36	4,70	2,70	77%
G	Delta Delfini 36"	2	36	4,40	2,70	74%
	Delta Delfini 36"	1	36	4,30	2,70	76%

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Posteriormente se realizó el cálculo de las potencias de bombas y motores para todos los sistemas de bombeo en las camaroneras seleccionadas. Estos resultados se muestran a continuación:

TABLA 4.3 POTENCIAS CALCULADAS

CAMARONERA	TIPO BOMBA	CANTIDAD	POTENCIA BOMBA CALCULADA (HP)	POTENCIA MOTOR CALCULADA (HP)
A	Delta 36 "	5	229	306
	Delta 28"	2	144	218
	Etec 48"	3	310	417
B	Delta 36 "	5	228	305
	Machaleña 36 "	4	180	240

CAMARONERA	TIPO BOMBA	CANTIDAD	POTENCIA BOMBA CALCULADA (HP)	POTENCIA MOTOR CALCULADA (HP)
	Etec 48"	5	323	422
C	Delta 36 "	3	200	269
D	Etec 36"	2	180	242
	Delta 50"	4	402	534
	Machaleña 36 "	4	180	241
	Delta 24"	2	119	181
	Delta 36 (1)"	1	230	309
	Delta 36 (2)"	5	219	294
E	Delta 36"	1	227	266
	Delta 36"	1	228	266
	Nacional 36"	1	205	235
F	Delta 36"	2	215	250
	Delta 36"	1	205	235
G	Delta 36"	2	228	275
	Delta 36"	2	214	244

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

4.1.1.1 Comparación de Potencias

Una vez realizado el cálculo de las potencias de motores para todas las bombas de las estaciones de bombeo en las camaroneras se hace una comparación entre las potencias obtenidas mediante los cálculos de este estudio y las potencias otorgadas por los camaroneros (potencias teóricas). Esta comparación se realiza para verificar si las potencias calculadas coinciden con las teóricas (Tabla 4.4) para evaluar su sobredimensionamiento.

TABLA 4.4 COMPARACIÓN DE POTENCIAS CALCULADAS Y TEÓRICAS.

CAMARONERA	TIPO BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	POTENCIA BOMBA CALCULADA (HP)	POTENCIA BOMBA ENCUESTAS (HP)	POTENCIA MOTOR CALCULADA (HP)	POTENCIA MOTOR ENCUESTAS (HP)
A	Delta 36 "	5	229	280	306	338
	Delta 28"	2	144	200	218	275
	Etec 48"	3	310	400	417	425
B	Delta 36 "	5	228	280	305	338
	Machaleña 36 "	4	180	180	240	338
	Etec 48"	5	323	400	422	425
C	Delta 36 "	3	200	240	269	338
D	Etec 36"	2	180	300	242	338
	Delta 50"	4	402	550	534	550
	Machaleña 36 "	4	180	180	241	338
	Delta 24"	2	119	180	181	275
	Delta 36 (1)"	1	230	280	309	338
	Delta 36 (2)"	5	219	240	294	338
E	Delta 36"	1	227	230	266	275
	Delta 36"	1	228	230	266	275
	Nacional 36"	1	205	210	235	235
F	Delta 36"	2	215	230	250	275
	Delta 36"	1	205	210	235	235
G	Delta 36"	2	228	230	275	275
	Delta 36"	2	214	230	244	245

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

En la Tabla 4.4 se puede observar que en algunos casos la potencia calculada no es igual a la teórica. Esta diferencia se puede traducir en un sobredimensionamiento, que a su vez significan un mayor consumo de diésel del que el realmente necesita.

Para expresar el sobredimensionamiento de las potencias en función de galones de diésel se hizo una investigación de las hojas técnicas de los motores referentes a cada una de las potencias tanto las calculadas (ANEXO 6) como las teóricas (ANEXO 7). Las hojas técnicas son otorgadas por el fabricante del motor,

en estas constan algunas características entre las cuales está el consumo de diésel. Este dato conjuntamente con las horas de trabajo diario de los motores permite obtener el consumo de diésel diario. Cabe recalcar que algunas de las potencias calculadas no son las comerciales así que se buscó una potencia comercial de un valor cercano a la calculada (Tabla 4.5). Los resultados se muestran en la Tabla 4.6.

TABLA 4.5 TABLA DE POTENCIAS

CAMARONERA	TIPO BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	POTENCIA BOMBA CALCULADA (HP)	POTENCIA MOTOR CALCULADA (HP)	POTENCIA MOTOR COMERCIAL (HP)
A	Delta 36 "	5	229	306	315
	Delta 28"	2	144	218	225
	Etec 48"	3	310	417	425
B	Delta 36 "	5	228	305	275
	Machaleña 36 "	4	180	240	315
	Etec 48"	5	323	422	245
C	Delta 36 "	3	200	269	425
D	Etec 36"	2	180	242	245
	Delta 50"	4	402	534	550
	Machaleña 36 "	4	180	241	245
	Delta 24"	2	119	181	180
	Delta 36 (1)"	1	230	309	315
	Delta 36 (2)"	5	219	294	300
E	Delta 36"	1	227	266	275
	Delta 36"	1	228	266	275
	Nacional 36"	1	205	235	235
F	Delta 36"	2	215	250	250
	Delta 36"	1	205	235	235
G	Delta 36"	2	228	275	275
	Delta 36"	2	214	244	245

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

TABLA 4.6 CONSUMO DE GALONES DE DIÉSEL PARA LAS POTENCIAS CALCULADAS Y TEÓRICAS DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO

CAMARONERA	TIPO BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	CONSUMO POR POTENCIA CALCULADA (GAL/H)	CONSUMO POR POTENCIA ENCUESTAS (GAL/H)	CONSUMO EN EXCESO (GAL/H)	HORAS DE TRABAJO DIARIO	CONSUMO EN EXCESO (GAL/AÑO)
A	Delta delfini 36"	5	75,0	80,5	5,5	14	27.988
	Delta delfini 28"	2	23,5	27,6	4,1	14	20.967
	Etec 48"	3	60,7	60,7	0,0	14	0
B	Delta delfini 36"	5	75,0	80,5	5,5	12	27.988
	Machaleña 36"	4	50,1	64,4	14,3	14	62.569
	Etec 48"	5	101,2	101,2	0,0	12	0
C	Delta delfini 36"	3	41,4	48,3	6,9	14	30.231
D	Etec 36"	2	25,1	32,2	7,1	14	36.498
	Delta delfini 50"	4	108,4	108,4	0,0	14	0
	Machaleña 36"	4	50,1	64,4	14,3	12	62.569
	Delta delfini 24"	2	17,1	27,6	10,4	14	53.392
	Delta delfini 36"	1	15,0	16,1	1,1	14	5.598
	Delta delfini 36"	5	74,6	80,5	5,9	14	30.135
E	Delta delfini 36"	1	13,8	13,8	0,0	18	0
	Delta delfini 36"	1	13,8	13,8	0,0	18	0
	Nacional 36"	1	11,5	11,5	0,0	18	0
F	Delta Delfini 36"	2	25,2	27,6	2,4	18	15.638
	Delta delfini 36"	1	11,5	11,5	0,0	18	0
G	Delta Delfini 36"	2	27,6	27,6	0,0	18	0
	Delta Delfini 36"	2	25,1	25,1	0,0	18	0
				TOTAL	77,5		373.570

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

A partir de la información de la Tabla 4.6 se determina el costo en diésel atribuido al sobredimensionamiento (Tabla 4.7).

TABLA 4.7 COSTOS DE DIÉSEL POR SOBREDIMENSIONAMIENTO POR ESTACIÓN DE BOMBEO.

CAMARONERA	TIPO BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	CONSUMO EN EXCESO (GAL/AÑO)	COSTO (\$/GAL)	COSTO POR SOBREDIMENSIONAMIENTO (\$/AÑO)
A	Delta delfini 36"	5	27.988	\$0,90	\$25.209
	Delta delfini 28"	2	20.967	\$0,90	\$18.885
	Etec 48"	3	0	\$0,90	-
B	Delta delfini 36"	5	27.988	\$0,90	\$25.209
	Machaleña 36"	4	62.569	\$0,90	\$56.356
	Etec 48"	5	0	\$0,90	-
C	Delta delfini 36"	3	30.231	\$0,90	\$27.229
D	Etec 36"	2	36.498	\$0,90	\$32.874
	Delta delfini 50"	4	0	\$0,90	-
	Machaleña 36"	4	62.569	\$0,90	\$56.356
	Delta delfini 24"	2	53.392	\$0,90	\$48.091
	Delta delfini 36"	1	5.598	\$0,90	\$5.042
	Delta delfini 36"	5	30.135	\$0,90	\$27.143
E	Delta delfini 36"	1	0	\$0,90	-
	Delta delfini 36"	1	0	\$0,90	-
	Nacional 36"	1	0	\$0,90	-
F	Delta Delfini 36"	2	15.638	\$0,90	\$14.085
	Delta delfini 36"	1	0	\$0,90	-
G	Delta Delfini 36"	2	0	\$0,90	-
	Delta Delfini 36"	2	0	\$0,90	-
				TOTAL	\$336.476

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Finalmente, en la Tabla 4.8 se muestra el total de galones de diésel generados por el sobredimensionamiento y el costo que estos representan para los camareros. Adicionalmente, en términos de consumo energético para producción de camarón, en el sistema de bombeo se requieren 11,2 MJ/kg de camarón producido mientras que, si dicho sistema no estuviera sobredimensionado se consumirían 10,4 MJ/kg de camarón (ANEXO 8).

TABLA 4.8 RESULTADOS OBTENIDOS POR SOBREDIMENSIONAMIENTO

TOTAL DE GALONES EN EXCESO GAL/AÑO (L/AÑO)	COSTO (\$)
373.570 (1'414.115,61)	\$336.476,40

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

4.2 CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO ATRIBUIDAS AL SOBREDIMENSIONAMIENTO

A partir de los galones de diésel consumidos en exceso por los motores de las bombas y de los datos que constan en la Tabla 3.3 se puede calcular la cantidad de dióxido de carbono emitido al ambiente. A continuación, se muestra un ejemplo de cálculo para la bomba Delta Delfini de 36" de la Camaronera A. El mismo cálculo se realiza para todas las bombas. Los resultados se muestran en la Tabla 4.9.

- Consumo en exceso de diésel: 373.570 gal/año (Tabla 4.6)
- Factor de emisión: 9,89 kg CO₂/gal diésel (Tabla 3.3)

$$Emisión_{CO_2} = \frac{373.570 \text{ gal diésel}}{\text{año}} \times \frac{9,89 \text{ kg } CO_2}{\text{gal diésel}} \quad (4.6)$$

$$Emisión_{CO_2} = 3'695.860 \frac{\text{kg } CO_2}{\text{Año}}$$

TABLA 4.9 EMISIONES POR SOBREDIMENSIONAMIENTO

CAMARONERA	TIPO BOMBA	CANTIDAD	CONSUMO EN EXCESO (GAL/H)	EMISIONES EN EXCESO (KG CO ₂ /H)	EMISIONES EN EXCESO (KG CO ₂ /AÑO)	EMISIONES EN EXCESO (TON CO ₂ /AÑO)
A	Delta delfini 36"	5	5,5	54	276.891	277

CAMARONERA	TIPO BOMBA	CANTIDAD	CONSUMO EN EXCESO (GAL/H)	EMISIONES EN EXCESO (KG CO2/H)	EMISIONES EN EXCESO (KG CO2/AÑO)	EMISIONES EN EXCESO (TON CO2/AÑO)
	Delta delfini 28"	2	4,1	41	207.432	207
	Etec 48"	3	0	0	0	0
B	Delta delfini 36"	5	5,5	54	276.891	277
	Machaleña 36"	4	14,3	141	619.013	619
	Etec 48"	5	0	0	0	0
C	Delta delfini 36"	3	6,9	68	299.081	299
D	Etec 36"	2	7,1	71	361.091	361
	Delta delfini 50"	4	0	0	0	0
	Machaleña 36"	4	14,3	141	619.013	619
	Delta delfini 24"	2	10,4	103	528.228	528
	Delta delfini 36"	1	1,1	11	55.378	55
	Delta delfini 36"	5	5,9	58	298.135	298
E	Delta delfini 36"	1	0	0	0	0
	Delta delfini 36"	1	0	0	0	0
	Nacional 36"	1	0	0	0	0
F	Delta Delfini 36"	2	2,4	24	154.708	155
	Delta delfini 36"	1	0	0	0	0
G	Delta Delfini 36"	2	0	0	0	0
	Delta Delfini 36"	2	0	0	0	0
			TOTAL	767	3.695.860	3.696

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

En la Tabla 4.10 se muestra las emisiones de CO₂ generadas en total por todas las camaronerías de la muestra.

TABLA 4.10 EMISIONES DE CO2 DE TODO EL SECTOR EN BASE A LAS ENCUESTAS

CAMARONERA	TIPO DE BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	CONSUMO EN BASE A LA POTENCIA DE LAS ENCUESTAS C/U (GAL/AÑO)	CONSUMO EN BASE A POTENCIA DE ENCUESTAS TODAS LAS BOMBAS (GAL/AÑO)	EMISIONES DE CO2 C/U (TON CO2/AÑO)	EMISIONES DE CO2 TODAS LAS BOMBAS (TON CO2/AÑO)
A	Delta delfini 36"	5	82.259	411.296	814	4.069
	Delta delfini 28"	2	70.503	141.006	698	1.395
	Etec 48"	3	103.432	310.297	1.023	3.070
B	Delta delfini 36"	5	70.508	211.523	814	4.069
	Machaleña 36"	4	82.259	411.296	698	2.790
	Etec 48"	5	70.508	282.031	1.023	5.116
C	Delta delfini 36"	3	103.432	517.162	698	2.093
D	Etec 36"	2	82.259	164.518	814	1.628
	Delta delfini 50"	4	138.447	553.786	1.370	5.479
	Machaleña 36"	4	70.508	282.031	698	2.790
	Delta delfini 24"	2	70.503	141.006	698	1.395
	Delta delfini 36"	1	82.259	82.259	814	814
	Delta delfini 36"	5	82.259	411.296	814	4.069
E	Delta delfini 36"	1	90.646	90.646	897	897
	Delta delfini 36"	1	90.646	90.646	897	897
	Nacional 36"	1	75.695	75.695	749	749
F	Delta Delfini 36"	2	90.646	181.293	897	1.794
	Delta delfini 36"	1	75.695	75.695	749	749
G	Delta Delfini 36"	2	90.646	181.293	897	1.794

CAMARONERA	TIPO DE BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	CONSUMO EN BASE A LA POTENCIA DE LAS ENCUESTAS C/U (GAL/AÑO)	CONSUMO EN BASE A POTENCIA DE LAS ENCUESTAS TODAS LAS BOMBAS (GAL/AÑO)	EMISIONES DE CO2 C/U (TON CO2/ AÑO)	EMISIONES DE CO2 TODAS LAS BOMBAS (TON CO2/ AÑO)
	Delta Delfini 36"	2	82.298	164.597	814	1.628
		TOTAL	1.705.411	4.779.372	16.876	47.285

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

En la Tabla 4.11 se muestran los resultados obtenidos en cuanto al consumo de galones de diésel, su costo y las emisiones de CO₂ que se atribuyen al sobredimensionamiento en el sistema de bombeo de las camaroneras de la muestra. De esta tabla se obtiene que del total de las emisiones de CO₂ proveniente del sistema de bombeo de las camaroneras grandes y especiales (Tabla 4.10), un 7,82% corresponde a emisiones por sobredimensionamiento.

TABLA 4.11 RESUMEN DE RESULTADOS POR SOBREDIMENSIONAMIENTO.

CONSUMO EN EXCESO (GAL/AÑO)	COSTO \$/GAL DIÉSEL	COSTO POR EXCESO	EMISIONES EN EXCESO (TON CO2/AÑO)	EMISIONES TOTALES (TON CO2/ AÑO)	PORCENTAJE EMISIONES POR SOBREDIMENSIONAMIENTO
373.570	\$0,90	\$336.476	3.696	47.285	7,82%

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

4.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

Para realizar el diseño del sistema de bombeo fotovoltaico se escoge la Camaronera C de la muestra debido a que tiene tres bombas de igual potencia, a diferencia de las estaciones de bombeo de las camaroneras restantes cuyas bombas tienen potencias muy distintas entre ellas. Esta finca al igual que todas las que conforman la muestra, no tiene acceso a la red eléctrica. Como se puede

ver en la Tabla 4.12, la edad del sistema motor-bomba con el que cuenta la Camaronera C es de 20 años, por lo que se requiere un próximo cambio de maquinaria. Por esta razón, dentro este estudio se plantea el reemplazo del sistema a diésel por uno de energía solar para una sola bomba, el cual es igual para las dos bombas restantes en la estación. El sistema de bombeo solar tiene la finalidad de generar energía limpia para la camaronera mediante la cual se dejaría de consumir 103.432 galones de diésel al año que representan 698 toneladas de CO₂ anuales (Tabla 4.10), valores correspondientes a cada bomba.

TABLA 4.12 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE BOMBEO DIÉSEL DE LA CAMARONERA C

CAMARONERA	UBICACIÓN	EXTENSIÓN(HA)	TAMAÑO	TIPO BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	EDAD DE LA BOMBA(ANOS)	POTENCIA BOMBA CALCULADA (HP)	POTENCIA MOTOR CALCULADA (HP)
C	Isla Quiñonez - Guayas	304	Grande	Delta 36 "	3	20	200	269

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

A partir de los requerimientos energéticos del sistema motor-bomba indicados en la Tabla 4.12, se realiza el dimensionamiento del sistema fotovoltaico. Se debe buscar en el mercado un motor eléctrico y una bomba eléctrica de las mismas características que requiere la camaronera, y, de acuerdo a las características de voltaje y potencia de éstos, se dimensiona el resto del sistema.

4.3.1 SISTEMA BOMBA-MOTOR-ARRANCADOR-CONVERTIDOR ESTÁTICO DE FRECUENCIA

Se necesita una bomba eléctrica de 200 hp y un motor eléctrico de 270 hp de potencia mecánica. Para este sistema se encontró una bomba de 200 hp (ANEXO

9) y un Motor (ANEXO 10) con el que se inicia el diseño. Las características importantes para el dimensionamiento son las siguientes (Tabla 4.13):

TABLA 4.13 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO

MOTOR ELÉCTRICO	
Potencia Mecánica (hp)	270
Potencia Mecánica (kW)	201
Voltaje (V)	380
RPM	1800
η_{motor} (%)	95,8%
Potencia Eléctrica (kW)	210

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Los datos de eficiencia del motor y potencia mecánica se utilizan para determinar la potencia eléctrica:

$$Potencia\ Eléctrica = \frac{Potencia_{mecánica}}{\eta_{motor}} \quad (4.7)$$

$$Potencia\ Eléctrica = \frac{201\ kW}{0,958} = 210\ kW$$

El arrancador de velocidad debe tener potencia y voltaje similar a las del motor eléctrico, en este caso se escogió un arrancador suave de velocidad cuyas características se muestran en el ANEXO 11, y de manera resumida son las siguientes:

TABLA 4.14 CARACTERÍSTICAS DEL ARRANCADOR SUAVE DE VELOCIDAD

ARRANCADOR SUAVE DE VELOCIDAD	
Potencia(kW)	220
Voltaje (V)	460

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Para dimensionar el convertidor estático de energía, se escogieron 3 inversores solares (Hojas características en el ANEXO 12) que deben estar conectados en paralelo y sincronizados para alcanzar la potencia requerida por el motor y el arrancador de velocidad. Estos cuentan con tecnología MPPT (seguimiento del punto de máxima potencia, por sus siglas en inglés) y cargador de baterías. En la Tabla 4.15 se muestran las características más importantes de los convertidores estáticos de energía.

TABLA 4.15 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONVERTIDORES ESTÁTICOS DE ENERGÍA

	INVERSOR 1	INVERSOR 2	INVERSOR 3
Potencia salida (kW)	150	30	30
Potencia salida total (kW)	210		
Vsalida (V)	380		
Ventrada (V)	300-720		
η inversor (%)	97,6%	98%	98%
Potencia entrada (kW)	224		
Vent promedio (V)	510		

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

El cálculo de la potencia de entrada y voltaje de entrada en los convertidores estáticos de energía se determinaron de la siguiente manera:

$$Potencia_{ent} = \frac{Pot_{salida1} + Pot_{salida2} + Pot_{salida3}}{\eta_1 * \eta_2 * \eta_3} \quad (4.8)$$

$$Potencia_{ent} = \frac{150 \text{ kW} + 30 \text{ kW} + 30 \text{ kW}}{0,976 * 0,98 * 0,98} = 224 \text{ kW}$$

$$Voltaje_{ent} = \frac{300 + 720}{2} = 510 \text{ V}$$

4.3.2 SISTEMA DE ACUMULACIÓN (BATERÍAS)

Las características de las baterías se encuentran en el ANEXO 13. Las más importantes son las siguientes (Tabla 4.16):

TABLA 4.16 CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS

BATERÍAS	
Profundidad de descarga (%)	40%
Horas de autonomía	6
Capacidad de baterías c/u (Ah)	1280
Voltaje (V)	48

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Para determinar la capacidad que deben tener las baterías (Ah) para que puedan suministrar energía durante la noche se utiliza la Ecuación (3.1):

$$C = \frac{224000 \text{ W} * 6 \text{ h}}{510 \text{ V} * 0,4}$$

$$C = 6588 \text{ Ah}$$

Posteriormente se determina el número de baterías en arreglo en serie y paralelo mediante las ecuaciones (3.2) y (3.3) y para luego determinar el número total de baterías (Ecuación (3.4)):

$$N_{Bat \text{ serie}} = \frac{510 \text{ V}}{48 \text{ V}} = 11$$

$$N_{Bat \text{ paralelo}} = \frac{6588 \text{ Ah}}{1280 \text{ Ah}} = 5$$

$$N_{Bat \text{ total}} = 11 * 5 = 55$$

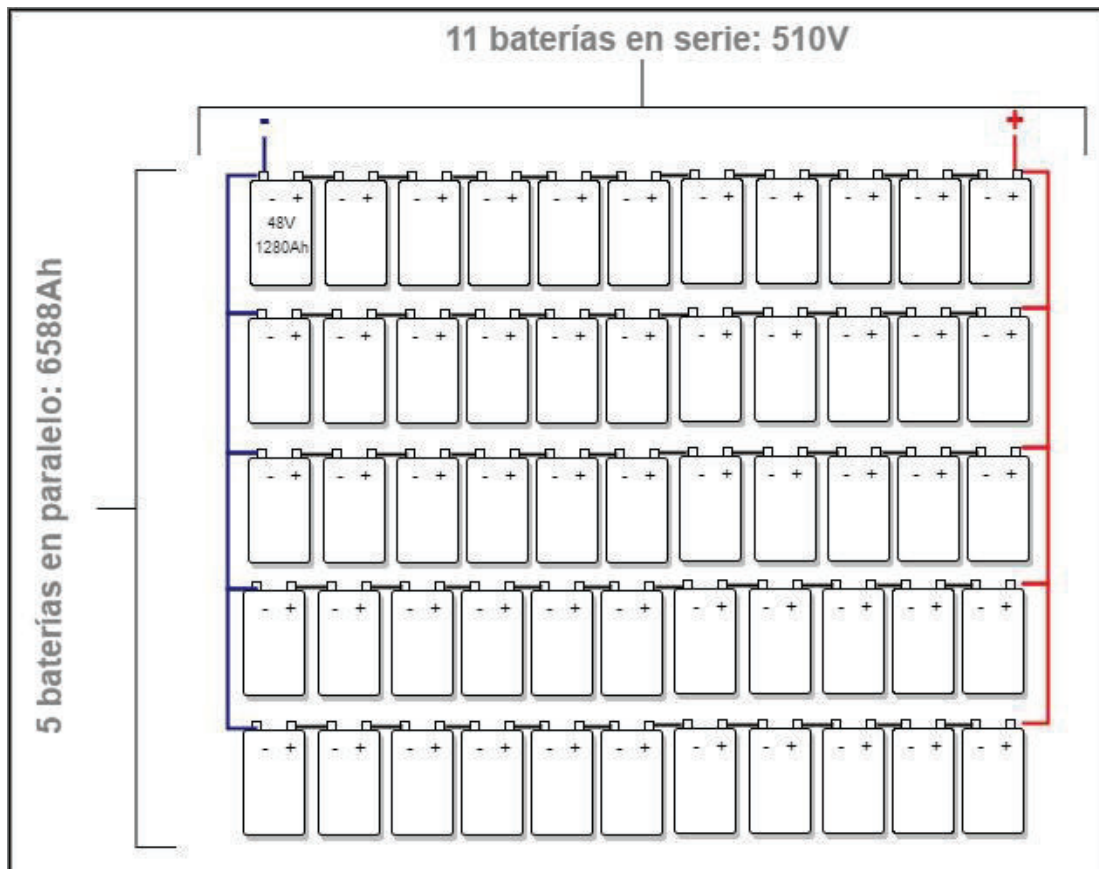
TABLA 4.17 NÚMERO DE BATERÍAS EN EL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

$N_{\text{baterías serie}}$	$N_{\text{baterías paralelo}}$	$N_{\text{baterías total}}$
11	5	55

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

En la Ilustración 4.1 se muestra el diagrama del arreglo de baterías conectadas en serie y paralelo para alimentar al sistema con 510V y 6588Ah.

ILUSTRACIÓN 4.1 ARREGLO DEL SISTEMA DE BATERÍAS EN SERIE Y PARALELO



Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

4.3.3 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS O PANELES SOLARES

Los módulos escogidos para este sistema tienen una potencia de 310 Wp (ANEXO 14). Para determinar el número de módulos fotovoltaicos que necesita el sistema se utiliza la Ecuación (3.5). El consumo energético diario del sistema (C_{ed}) es la energía que debe suministrar los paneles al sistema, este valor es el producto de la potencia que requiere el inversor por las horas de trabajo del motor. Entonces:

$$C_{ed} = Pot_{ent\ inv} * h_T \quad (4.9)$$

donde:

- C_{ed} = consumo energético diario (kWh)
- $Pot_{ent\ inv}$ = potencia de entrada del inversor (kW)
- h_T = horas de trabajo de la bomba (h)

entonces:

$$C_{ed} = 224kWh * 12h = 2688 kWh$$

Para calcular el número de horas de sol pico del mes crítico, primero se escoge la irradiación global diaria para el mes más desfavorable. Esta información se la obtuvo del Atlas Solar del Ecuador, que está basado en la información generada por el National Renewable Energy Laboratory (NREL) que cuenta con datos mundiales (ANEXO 15). Como se puede ver en la Tabla 4.18, el mes más desfavorable es el mes de enero, con una irradiación global de 3900 Wh/m²/día

TABLA 4.18 DATOS DE INSOLACIÓN GLOBAL PARA LA ISLA QUIÑONEZ - GUAYAS

MES	RADIACIÓN (WH/M ² /DÍA)
Enero	3900
Febrero	4200
Marzo	4650
Abril	4350
Mayo	4350
Junio	4050
Julio	4200
Agosto	4500
Septiembre	4950
Octubre	4500
Noviembre	4800
Diciembre	4650
Promedio	4500

Fuente: Atlas Solar el Ecuador, 2008.

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Para obtener las horas pico de sol, se divide la radiación solar en el mes más desfavorable para 1000W/m^2 , que es la radiación a la que trabaja el panel en condiciones estándar, obteniendo así 3,9 horas pico de radiación solar.

Para determinar el PR se debe tomar en cuenta las siguientes pérdidas originadas en la instalación:

- Pérdidas por dispersión de potencia de los módulos que es el factor de tolerancia de potencia especificada en la hoja técnica del panel (3%) (ANEXO 14).
- Pérdidas por incremento de temperatura de las células fotovoltaicas
- Pérdidas debida a la acumulación de suciedad en los módulos
- Pérdidas por sombras
- Pérdidas por degradación de los módulos

- Pérdidas eléctricas
- Pérdidas por reflectancia

Las pérdidas por incremento de temperatura en las células fotovoltaicas se calculan mediante la Ecuación (3.6). El coeficiente de temperatura K_T se encuentra en la hoja técnica del módulo solar (ANEXO 14) y su valor es $0,0039\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Posteriormente, se realiza el cálculo de T_c que es la temperatura media mensual a la que trabajan las placas fotovoltaicas mediante la Ecuación (3.7).

El valor de la temperatura ambiente media mensual para la Isla Quiñonez (T_{amb}), se obtuvo del anuario meteorológico del año 2012, de la estación M1173 Sector Bellavista para el mes de enero que es $26,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. (ANEXO 16).

El valor de temperatura de operación nominal de la célula T_{onc} se encuentra dentro de las características del módulo fotovoltaico (ANEXO 14) y es 45°C .

El valor de irradiación media en un día soleado del mes más crítico E se lo obtuvo de la información proporcionada por la Estación Climatológica Guayaquil EXA-ISS-1 de la zona donde se encuentra la camaronera y su valor es 1400 W/m^2 . De esta manera la Ecuación (3.7) queda expresada de la siguiente manera:

$$T_c = 26,3^{\circ}\text{C} + \frac{(45^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) * 1400 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{800 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$$

$$T_c = 70^{\circ}\text{C}$$

A continuación se calculan las pérdidas por incremento de temperatura (Ecuación (3.6))

$$P_T = 0,0039^{\circ}\text{C}^{-1}(70^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})$$

$$P_T = 0,18 = 18\%$$

Los valores de pérdidas debido a la acumulación de suciedad en los módulos, por sombras, por degradación de los módulos, pérdidas eléctricas y pérdidas por reflectancia obtenidos de la bibliografía (Rodríguez, 2017), constan en la Tabla 4.19:

TABLA 4.19 PÉRDIDAS EN LOS PANELES SOLARES

PÉRDIDAS	
Pérdidas por incremento de temperatura de las células fotovoltaicas (%)	18%
Pérdidas por dispersión de potencia de los módulos (Power tolerance) (%)	3%
Pérdidas debido a la acumulación de suciedad en los módulos (%)	3%
Pérdidas por sombras (%)	2%
Pérdidas por degradación de los módulos	1%
Pérdidas eléctricas	1,5%
Pérdidas por reflectancia	2,9%

Fuente: Rodríguez, 2017

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

Por lo tanto, el rendimiento energético de la instalación (PR) es:

$$P_R = 100 - 18 - 3 - 3 - 2 - 1 - 1,5 - 2,9$$

$$P_R = 69\%$$

Posteriormente se calcula el número de módulos que requiere el sistema utilizando la Ecuación (3.5)

$$N_{mod} = \frac{2688 \text{ kWh}}{0,310 \text{ kW} * 3,9 \text{ h} * 0,69}$$

$$N_{mod} = 3220$$

Para determinar el número de módulos en serie y en paralelo se utiliza la Ecuación (3.8) y la Ecuación (3.9):

$$N_{mod \text{ serie}} = \frac{510 \text{ V}}{36,8 \text{ V}} = 14$$

$$N_{mod \text{ paralelo}} = \frac{3222}{14} = 230$$

TABLA 4.20 NÚMERO DE PANELES

$N_{\text{paneles serie}}$	$N_{\text{paneles paralelo}}$	$N_{\text{paneles total}}$
14	230	3220

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

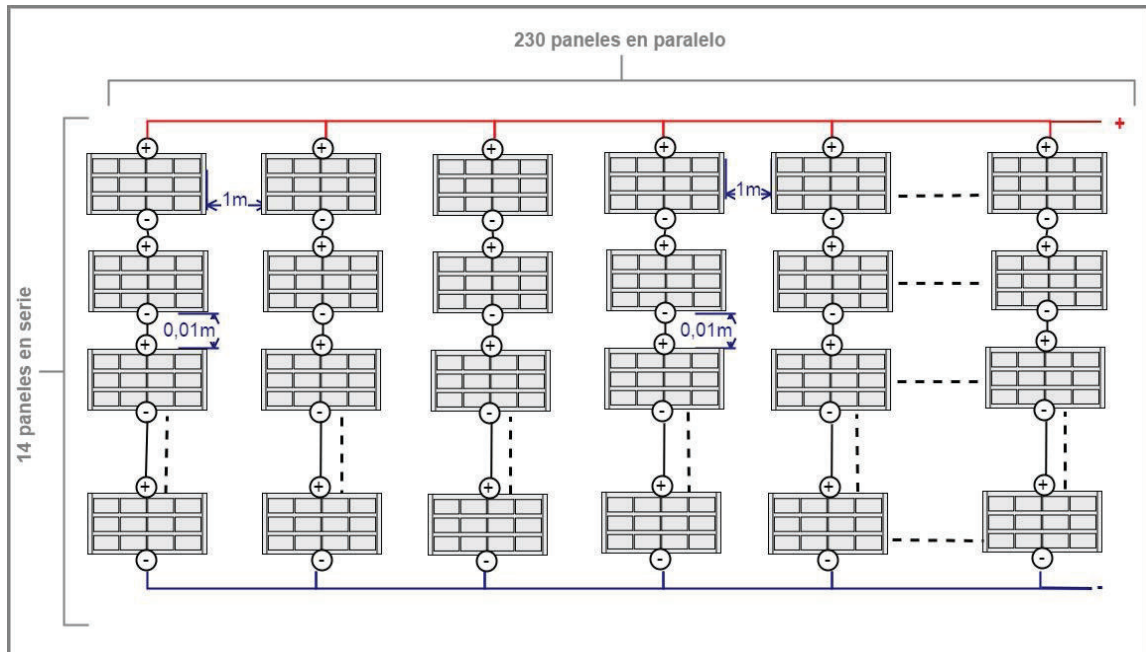
Finalmente, luego de obtener el número de paneles que se deben utilizar en el sistema, se procede a determinar el área que ocuparán en el terreno. Esto se realiza con los datos de tamaño de paneles (ANEXO 14) y, se debe añadir la distancia entre paneles colocados en serie (0,01m) y en paralelo (1m). El área de extensión de los paneles se observa en la Tabla 4.21.

TABLA 4.21 EXTENSIÓN DE LOS MÓDULOS SOLARES EN EL TERRENO.

LONGITUD ARREGLO EN SERIE (M)	LONGITUD ARREGLO EN PARALELO (M)	ÁREA PANELES (M ²)	ÁREA PANELES (HA)
14	679	9.517	0,95

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

ILUSTRACIÓN 4.2 ARREGLO DEL SISTEMA DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN SERIE Y PARALELO



Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

El análisis financiero de un proyecto tiene la finalidad de generar información cuantitativa de los aspectos económicos y financieros que permitan evaluar la factibilidad económica de diferentes alternativas de proyecto, basada en su rentabilidad (Beltrán, 2016). Para esto se debe determinar el flujo de caja y el costo de capital o tasa de descuento.

5.1 COSTO DE CAPITAL O TASA DE DESCUENTO

El costo de capital es la tasa de interés mínima que deben proveer las inversiones de una empresa para mantener, por lo menos igual, el valor de las acciones de la organización en el mercado de capitales. Además, esta debe precisar el rendimiento esperado por un inversionista, en compensación al riesgo en el que incurre por proporcionar dinero a empresas que solicitan financiamiento para sus proyectos (Alvarado, 2014).

De esta manera, dos factores importantes son la oportunidad y el riesgo, ambos influenciados por el entorno económico en el que se desenvuelve. Definir el costo de capital permite a los inversionistas, comparar entre las alternativas propuestas y seleccionar aquella que mejor rendimiento presente, sin descartar la opción de no escoger ninguna alternativa y mantenerse con la originalmente propuesta y no realizar ninguna inversión.

El proceso de definir cuantitativamente el costo de capital se denomina inteligencia competitiva. Aquí se toma en cuenta los factores políticos, sociales y económicos que determinan los riesgos y amenazas de las alternativas de inversión. El riesgo total consta del riesgo sistemático o inevitable y del riesgo no sistemático. (Beltrán, 2016)

- **Riesgo sistemático o inevitable**

Este riesgo es inherente del mercado, es decir que no afecta solamente a un sector en particular, sino a todo el mercado. Se lo conoce como riesgo país. Chase- JP Morgan aborda este concepto mediante la utilización de índices de bonos de Mercados Emergente (EMBI), el cual refleja el riesgo que tiene un país par inversiones en moneda extranjera. (BCE, 2017)

- **Riesgo no sistemático o evitable**

Este riesgo se puede evitar o reducir con la intervención oportuna e los inversionistas, ya que resulta de factores propios y específicos de cada negocio o empresa. (Beltrán, 2016).

Para estimar el costo de capital se utiliza el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM), que se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$r = rf + \beta * (rm - rf) + rp + if \quad (5.1)$$

donde:

- r = costo de capital o tasa de descuento.
- rf = tasa de libre riesgo.
- β = coeficiente beta.
- rm = rendimiento del mercado.
- rp = riesgo país.
- if = tasa de inflación.

- **Tasa de libre riesgo**

La tasa de libre riesgo se obtiene del rendimiento de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos de América a 30 años plazo, al 27 de abril del 2017 tienen un rendimiento de 2.97%. (Investing.com, 2017)

- **Coefficiente Beta**

Es el coeficiente de riesgo sistemático de un activo financiero o un proyecto. Nos indica la sensibilidad del rendimiento del proyecto ante el rendimiento del mercado.

- $\beta > 1$ es un activo agresivo (variará más que el mercado)
- $\beta < 1$ es un activo defensivo (variará menos que el mercado)
- $\beta = 1$ es un activo neutral (variará igual que el mercado)

Cuando beta supera la unidad, dicho negocio presenta un mayor incremento frente a una posible alza del mercado, es decir un mayor riesgo sistemático, mientras que un beta menor a la unidad presenta un riesgo sistemático menor (Grauer, 1985). Para este caso el valor de β es 0,8 como se muestra en la Ilustración 5.1 para alimentación, categoría donde consta el sector camaronero.

ILUSTRACIÓN 5.1 COEFICIENTE BETA SECTORIAL

Sector	Betas Sectoriales de la Bolsa de Madrid		
	Tres meses	Beta a... Un año	Cuatro años
BANCOS	1.08	1.11	0.96
ELECTRICAS	1.05	0.94	1.11
ALIMENTACION	0.61	0.74	0.80
CONSTRUCCION	0.77	0.96	1.00
CARTERA-INVERSION	0.47	0.60	0.62
METAL-MECANICA	0.88	0.90	0.77
PETROLEO-QUIMICAS	0.65	0.75	0.83
COMUNICACIONES	1.29	1.14	1.12
OTRAS INDUSTRIAS Y SERVICIOS	0.73	0.92	1.00
INDICE GENERAL	1.00	1.00	1.00

Fuente: Valbuena, 2016

- **Rendimiento del mercado**

Tomando en cuenta el mercado local, según los Bonos del Estado de la Bolsa de Valores de Quito, el rendimiento del mercado para el periodo 03/ene/2017 – 02/mayo/2017, en promedio es de 11,01% (Bolsa de Valores de Quito, 2017)

- **Riesgo país**

El riesgo país en Ecuador, de acuerdo al Banco Central del Ecuador, para el 25 de abril del 2017 (Tabla 5.1) se ubica en 697 puntos (6,97%).

TABLA 5.1 RIESGO PAÍS (EMBI ECUADOR)

FECHA	VALOR	PORCENTAJE (%)
Abril-25-2017	697	6,97

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

- **Tasa de inflación**

La inflación puede definirse como el aumento sostenido y continuado del nivel general de precios de los bienes y servicios de una economía en un periodo de tiempo determinado. Acorde al Banco Central del Ecuador, para marzo del 2017 el valor es del 0,96%. Sin embargo, al no conocer el valor de la inflación para años futuros, se ha tomado un valor promedio entre la inflación promedio del último año y la inflación promedio de los diez últimos años, el cual es de 2,72% (Tabla 5.2).

TABLA 5.2 TASA DE INFLACIÓN

TASA DE INFLACIÓN	
Inflación anual promedio del último año (%)	1,38
Inflación promedio anual últimos 10 años (%)	4,05
Tasa de inflación promedio (%)	2,72

Fuente: Banco Central del Ecuador

El costo de capital o tasa de descuento calculada para este proyecto es el siguiente (Tabla 5.3):

TABLA 5.3 COSTO DE CAPITAL

COSTO DE CAPITAL		
$r = rf + \beta * (rm - rf) + rp + if$		
Tasa de Libre Riesgo	rf (%)	2,97%
Coeficiente Beta Sectorial	β	0,8
Rendimiento del Mercado	rm (%)	11,01%
Riesgo País	rp (%)	6,97%
Tasa de Inflación	if (%)	2,72%
Costo de Capital	r (%)	19,09%

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

5.2 FLUJO DE CAJA

El flujo de caja es una herramienta financiera que presenta en detalle los flujos de ingresos y egresos de dinero que corresponden a un proyecto o empresa a lo largo del horizonte del proyecto. La inversión inicial del proyecto (E_0) debe estar contemplada en la etapa cero del proyecto.

5.3 PROCESO DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

La evaluación de proyectos implica dos aspectos importantes: evaluación técnica y la evaluación financiera.

- **Evaluación técnica**

En esta parte del proceso de evaluación de proyectos se analiza técnicamente las alternativas propuestas en base a los recursos materiales y de operación. La finalidad es evidenciar que el proyecto esté de acuerdo a los parámetros y especificaciones definidas y aprobar las alternativas que cumplen con éstas. En este análisis se presentan dos alternativas de bombeo para las camaroneras: fotovoltaico y a diésel.

- **Evaluación financiera**

Esta evaluación toma en cuenta los aspectos financieros de las alternativas que hayan aprobado la evaluación técnica. Existen dos modalidades que permiten realizar una evaluación financiera entre diferentes alternativas.

- En relación a los montos de flujo de caja en función del tiempo, donde se debe tomar en cuenta la inflación anual y se los llama corrientes.
- En relación a la evaluación de alternativas, donde se contrasta los flujos de caja de cada una de las alternativas siendo evaluadas mediante dos opciones.
 - Alternativas independientes: cuando se puede seleccionar más de una alternativa de las que se está evaluando
 - Alternativas mutuamente excluyentes: cuando solamente una de las alternativas es la seleccionada a partir de un grupo de alternativas evaluadas. Implica la selección de la mejor alternativa mediante la evaluación de los flujos de caja sin que ninguna tenga ventaja sobre la otra. Para esto se debe realizar la evaluación en el mismo horizonte de tiempo y si el caso amerita, se deben repetir los flujos de caja tantas veces como sea necesario para cumplir con el

horizonte común. Cuando las inversiones son diferentes se debe usar el criterio de comparación del VAN.

5.4 METODOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Los métodos de evaluación, generalmente basan sus cálculos en flujos de caja ideales donde se obtiene el valor actual de los ingresos netos (S_o) que contrarreste la inversión inicial (E_o). Permite tener una sensibilidad de los montos manejados.

$$S_o = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} \quad (5.2)$$

donde:

- F_t = flujo de caja en el periodo de tiempo designado. (Diferencia Ingresos – Egresos)
- r = costo de capital o tasa de descuento.
- n = número de periodos determinado.
- t = tiempo.

5.4.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Al trabajar sobre el flujo de caja original, el VAN se determina mediante la sumatoria de los valores actuales de los ingresos y de los egresos (Ecuación (5.3)). Cuando por alguna razón no se obtienen ingresos en las alternativas analizadas, el VAN será igual a la sumatoria de los valores actuales de los egresos. La alternativa que se debe escoger es la alternativa con un VAN mayor (o menos negativo)

$$VAN = \sum VAI - \sum VAE \quad (5.3)$$

donde:

ΣVAI = Sumatoria de valores actuales de los ingresos.

ΣVAE = Sumatoria de valores actuales de los egresos.

5.4.2 TASA INTERNA DE RETORNO

La TIR es una tasa de interés (r^*) dentro del flujo de caja ideal que permite determinar los ingresos netos proyectados de la inversión inicial. Al ser una tasa interna significa que no se ve afectada por ningún factor económico externo al flujo de caja, siendo independiente de la financiación adoptada (Beltrán, 2016). Esta tasa de descuento hace que el VAN sea igual a cero:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r^*)^t} - E_o = 0 \quad (5.4)$$

despejando r^* :

$$r^* = \frac{-E_o + \sum_{i=1}^n Fi}{\sum_{i=1}^n n * Fi} \quad (5.5)$$

donde:

- F_t = flujo de caja en el periodo de tiempo designado.
- r^* = Tasa interna de retorno.
- n = número de periodos determinado.
- E_o = Inversión inicial.

Mientras mayor sea el valor de la TIR de una alternativa, ésta tiene alta probabilidad de éxito. Para establecer la factibilidad se aplica un criterio general:

- Si $r^* > r$: se puede aceptar la alternativa de inversión, tiene una mayor rentabilidad a la requerida.
- Si $r^* < r$: se rechaza la alternativa de inversión, la rentabilidad obtenida es menor a la requerida.

5.4.3 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

Mediante esta relación se determina la proporción existente entre los beneficios de un proyecto y el costo del mismo. Los beneficios y el costo deben ser analizados en el mismo periodo de tiempo (Beltrán, 2016). Se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum VAI}{\sum VAE} \quad (5.6)$$

donde:

- B= Beneficios.
- C= Costo.
- $\sum VAI$ = Sumatoria de valores actuales de los ingresos que son beneficios menos desbeneficios.
- $\sum VAE$ = Sumatoria de valores actuales de los egresos.

En el caso de que la relación sea mayor a 1 se acepta la alternativa, si es menor a 1 se rechaza y si se asemeja a 1 se debe replantearla.

5.5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En este apartado se presenta una evaluación de alternativas para el sistema de bombeo de la Camaronera C debido a que la edad actual del sistema motor-bomba a diésel con la que cuenta es de 20 años, por lo tanto requiere la renovación de equipos para que la finca continúe con su funcionamiento y producción de camarón (Tabla 4.12). La estación de bombeo está compuesta de tres bombas donde según los resultados de sobredimensionamiento (Tabla 4.3) requieren una potencia de 200 hp para las bombas y de 275 hp para los motores. Debido a que el sistema de bombeo de esta camaronera cuenta con tres bombas idénticas en cuanto a la potencia requerida, en este análisis se tomó en cuenta el reemplazo de una sola bomba. Por este motivo, cabe recalcar que el comportamiento de los resultados obtenidos para una bomba será el mismo para las dos restantes.

Las alternativas se presentan en sus respectivos escenarios. La primera propone cambiar el sistema de bombeo convencional de la camaronera (diésel) por un sistema fotovoltaico, mientras que, la segunda alternativa consiste en invertir nuevamente en la compra de equipos (motor, bomba) a diésel para mantener el bombeo convencional de la finca.

Las alternativas establecidas son de carácter mutuamente excluyentes puesto que la elección de una elimina automáticamente el uso de la otra. Para realizar la evaluación de alternativas, se debe hacer un análisis y evaluación del flujo de caja de cada una y estimar cual se adapta más a los requerimientos del proyecto y lo hace más viable. Este análisis del flujo de caja se debe ejecutar para el mismo horizonte, es decir, el mismo periodo de tiempo para todas las alternativas. En este caso el análisis se efectúa para 20 años que corresponden al tiempo de vida del sistema fotovoltaico.

5.5.1 ALTERNATIVA 1: SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

Dentro de esta alternativa se busca suministrar la energía requerida para el sistema de bombeo de la Camaronera C a través de paneles solares. El objetivo es cambiar el sistema de bombeo a diésel por un sistema con base en energía renovable y limpia debido a que cada bomba de esta camaronera emite al año 698 toneladas de dióxido de carbono (Tabla 4.10). El diseño del sistema fotovoltaico (Tabla 5.5) se dimensiona en cuanto a la carga de energía diaria por bomba dentro de la finca (Tabla 5.4). Cabe recalcar que este sistema tiene un tiempo de vida de 20 años, sin embargo, las baterías de acumulación deben ser cambiadas luego de que cumplan su tiempo de vida (10 años) para que el sistema continúe funcionando correctamente.

TABLA 5.4 CARGA DE ENERGÍA DIARIA EN LA CAMARONERA C

CAMARONERA	EXTENSIÓN (HA)	DENOMINACIÓN	NÚMERO DE BOMBAS	ENERGÍA REQUERIDA POR CADA BOMBA (KW)	TIEMPO DE TRABAJO DIARIO (H/DÍA)	ENERGÍA DIARIA PARA CADA BOMBA (KW/DÍA)
C	304	Grande	3	300 (224)	12	3600 (2688)

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

TABLA 5.5 COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA HP(KW)	CAPACIDAD (AH)	VOLTAJE (V)
Bomba Eléctrica	1	200 (149)	-	-
Motor Eléctrico	1	270 (201)	-	380
Arrancador Suave de Velocidad	1	300 (220)	-	460
Convertidor Estático de Frecuencia	1	201 (150)	50-1500	380
Convertidor Estático de Frecuencia	2	40 (30)	50-1500	380
Baterías de Acumulación	55	-	1280	48
Módulos Solares	3220	0,42(0,310)	8,42	36,8

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

5.5.1.1 Presupuesto del Sistema de Bombeo Fotovoltaico

Esta alternativa presenta solamente un escenario donde el precio del sistema de bombeo solar está constituido por el valor atribuido a los equipos más otros costos adicionales que se mencionan a continuación. Se debe recalcar que este presupuesto fue determinado en base a las condiciones actuales de aranceles en el Ecuador como el IVA que presenta un valor del 14%.

5.5.1.1.1 Costos de Importación

Los convertidores estáticos de energía y baterías de acumulación deben ser importados, por lo tanto, a su precio nominal se debe incrementar los impuestos por importación. Dentro de la Resolución 011-2015 del Ministerio de Comercio Exterior se estipula un impuesto del 45% para baterías, sin embargo, el mismo es de 0% para baterías recargables, como es el caso de las baterías que se propone para este sistema. Para los convertidores estáticos de energía se debe pagar un arancel del 15%.

5.5.1.1.2 Costos de Instalación

Los costos de instalación del sistema fotovoltaico en la camaronera corresponden a la estructura metálica que sostendrá a los paneles que serán ubicados en un terreno dentro de la camaronera, el precio por watt pico instalado para esta base es de \$0,12. Por otro lado, para que las baterías se mantengan en un buen estado, se debe construir un cuarto que cuente con sistema de aire acondicionado porque la temperatura ambiente puede ocasionar un sobrecalentamiento y daño posterior de las baterías. Finalmente, se atribuye a esta sección, el costo de transporte de los equipos en gabarra desde el puerto a la camaronera, el material eléctrico y otros gastos extras para la instalación. Se debe mencionar que los valores de transporte y gastos adicionales no son afectados por el IVA.

5.5.1.1.3 Costos de Operación, Mantenimiento y Reparación

Los paneles solares, el motor y la bomba requieren de un buen monitoreo y control, además de un mantenimiento constante para que el sistema pueda funcionar de manera adecuada. Es necesario que se realicen inspecciones periódicas y limpieza de los paneles para que estos no acumulen suciedad y se disminuya su eficiencia. Según los técnicos de las camaroneras, las reparaciones del motor y la bomba se suelen efectuar cada cinco años, periodo en el cual el sistema suele presentar averías. Adicionalmente, el tiempo de vida útil de las baterías es de 10 años, razón por la cual se deben reponer terminado este período.

El costo generado por el técnico y la persona que limpia los paneles no se encuentran afectados por el IVA, pero sí por la inflación, mientras que, el costo de mantenimiento y de reparación del motor-bomba se encuentra afectado por ambos. La inflación es la misma para todas las alternativas y permanece constante para todo el horizonte del proyecto.

En la Tabla 5.6 se muestra en detalle el presupuesto del proyecto de sistema de bombeo fotovoltaico para la Camaronera C.

TABLA 5.6 COSTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

DETALLE DE COSTOS			
ITEM	DESCRIPCIÓN		COSTO (\$)
1	COSTO DE EQUIPOS		\$ 2.388.861,62
	EQUIPOS	CANT.	V. TOTAL 20 AÑOS
	Bomba eléctrica	1	\$ 17.100,00
	Motor eléctrico	1	\$ 20.358,87
	Arrancador	1	\$ 6.817,13
	Inversor 150kw	1	\$ 65.931,79
	Inversor 30kw	2	\$ 65.931,79
	Baterías	55	\$ 781.110,05
	Paneles solares	3220	\$ 1.431.612,00

2	COSTOS DE IMPORTACIÓN		\$ 26.025,71
	EQUIPO	CANT.	V. TOTAL 20 AÑOS
	Inversor 150kw	1	\$ 8.675,24
	Inversor 30kw	2	\$ 17.350,47
3	COSTOS DE INSTALACIÓN		\$ 187.205,76
	INSTALACIÓN	CANT.	V. TOTAL 20 AÑOS
	Estructura del panel	230	\$ 136.553,76
	Cuarto de baterías	1	\$ 2.052,00
	Mano de obra de instalación	1	\$ 22.800,00
	Transporte de equipos	5	\$ 2.500,00
	Material eléctrico	1	\$ 22.800,00
	Otros	1	\$ 500,00
4	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		\$ 1.808.812,42
	OPERACIÓN		\$ 634.965,46
	DETALLE		V. TOTAL 20 AÑOS
	Técnico		\$ 634.965,46
	MANTENIMIENTO		\$ 138.686,65
	DETALLE		V. TOTAL 20 AÑOS
	Persona que limpie paneles		\$ 94.024,85
	Mantenimiento motor-bomba		\$ 44.661,80
	REPARACIÓN		\$ 13.603,95
	DETALLE		V. TOTAL 20 AÑOS
	Reparación motor-bomba		\$ 13.603,95
	REPOSICIÓN DE BATERÍAS		\$ 1.021.556,36
	DETALLE	CANT.	V. TOTAL 20 AÑOS
	Baterías	55	\$ 1.021.556,36
	Costo Total del Proyecto		\$ 4.410.905,51

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

5.5.2 ALTERNATIVA 2: SISTEMA DE BOMBEO DIÉSEL

Dentro de esta alternativa se contempla la idea de mantener el uso del sistema de bombeo a diésel. Sin embargo, debido a que los equipos ya han cumplido con su tiempo de vida, es necesario renovar el sistema motor-bomba. Se contemplan dos escenarios: en el primero los componentes del sistema se mantienen iguales,

mientras que en el segundo, se plantea el caso hipotético donde el gobierno elimina el subsidio del diésel en el Ecuador y su precio asciende a \$3,43 que es el precio internacional de este combustible en la actualidad.

5.5.2.1 Escenario 1: Sistema de Bombeo Diésel con Subsidio

5.5.2.1.1 Presupuesto del Sistema de Bombeo Diésel

El presupuesto del sistema de bombeo a diésel se compone de los costos del motor-bomba además de otros costos adicionales que se mencionan a continuación.

5.5.2.1.1.1 Costos de Instalación

Dentro de estos costos se contempla el precio de mano de obra, transporte de la maquinaria en gabarra desde el puerto a la camaronera y otros gastos extras que conlleve la instalación. Se debe mencionar que los valores de transporte y gastos adicionales no son afectados por el IVA.

5.5.2.1.1.2 Costos de Operación, Mantenimiento, Reparación y Transporte de Diésel

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema motor-bomba requiere control y mantenimiento continuo para su buen desempeño, por lo que se necesita un operador. Adicionalmente, se contempla los costos de los galones de diésel y el transporte del mismo a la camaronera. El transporte de diésel es el precio que le cuesta al camaronero llevar la fuente energética (diésel) a la finca.

El costo generado por el técnico no se encuentra afectado por el IVA pero sí por la inflación, mientras que, el costo de mantenimiento y reparación de la maquinaria se encuentra afectado por ambos. La inflación es la misma para todas las alternativas y permanece constante para todo el horizonte del proyecto. El costo generado por diésel para operación de los equipos, al igual que el de su transporte a la camaronera, se mantiene constante en todo el horizonte del proyecto al no estar afectado por el IVA ni la inflación.

En la Tabla 5.7 se muestra en detalle el presupuesto del sistema de bombeo a diésel para la Camaronera C.

TABLA 5.7 COSTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO A DIÉSEL CON SUBSIDIO

DETALLE DE COSTOS			
ITEM	DESCRIPCIÓN		COSTO (\$)
1	COSTO DE EQUIPOS		\$ 53.580,00
	EQUIPOS	CANT.	V. TOTAL 20 AÑOS
	Bomba diésel	1	\$ 25.080,00
	Motor diésel	1	\$ 28.500,00
2	COSTOS DE INSTALACIÓN		\$ 3.780,00
	INSTALACIÓN	CANT.	V. TOTAL 20 AÑOS
	Mano de Obra de Instalación	1	\$ 2.280,00
	Transporte de equipos	2	\$ 1.000,00
	Otros	1	\$ 500,00
3	COSTOS DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y TRANSPORTE DE DIÉSEL		\$ 2.002.371,76
	OPERACIÓN		\$ 1.904.106,01
	DETALLE		V. TOTAL 20 AÑOS
	Técnico		\$ 634.965,46

Diésel para operación de la maquinaria		\$ 1.269.140,55
MANTENIMIENTO		\$ 44.661,80
DETALLE		V. TOTAL 20 AÑOS
Mantenimiento de maquinaria		\$ 44.661,80
REPARACIÓN		\$ 13.603,95
DETALLE		V. TOTAL 20 AÑOS
Reparación de maquinaria		\$ 13.603,95
TRANSPORTE DE DIESEL		\$ 40.000,00
DETALLE	CANT.	V. TOTAL 20 AÑOS
Gabarra	1	\$ 40.000,00
Costo Total del Proyecto		\$ 2.059.731,76

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

5.5.2.2 Escenario 2: Sistema de Bombeo Diésel sin Subsidio

En este escenario el presupuesto en cuanto a instalación, mantenimiento, reparación y técnico para operación son iguales que en el escenario 1. Sin embargo, al ascender el costo del galón a su precio internacional que es \$3,43, los valores que cambian son los de operación en cuanto a diésel para funcionamiento de maquinaria; y, transporte de combustible. Éste último aumenta en la misma proporción que el precio del diésel ya que la gabarra funciona con este combustible.

TABLA 5.8 COSTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO A DIÉSEL SIN SUBSIDIO

DETALLE DE COSTOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
1	COSTO DE EQUIPOS	\$ 53.580,00
	EQUIPOS	V. TOTAL 20 AÑOS
	Bomba diésel	\$ 25.080,00
	Motor diésel	\$ 28.500,00

2	COSTOS DE INSTALACIÓN		\$	3.780,00
	INSTALACIÓN	CANT.	V. TOTAL 20 AÑOS	
	Mano de Obra de Instalación	1	\$	2.280,00
	Transporte de equipos	2	\$	1.000,00
	Otros	1	\$	500,00

3	COSTOS DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y TRANSPORTE DE DIÉSEL		\$	5.682.511,30
	OPERACIÓN		\$	5.471.801,10
	DETALLE		V. TOTAL 20 AÑOS	
	Técnico		\$	634.965,46
	Diésel para operación de la maquinaria		\$	4.836.835,64
	MANTENIMIENTO		\$	44.661,80
	DETALLE		V. TOTAL 20 AÑOS	
	Mantenimiento de maquinaria		\$	44.661,80
	REPARACIÓN		\$	13.603,95
	DETALLE		V. TOTAL 20 AÑOS	
	Reparación de maquinaria		\$	13.603,95
	TRANSPORTE DE DIESEL		\$	152.444,44
	DETALLE		V. TOTAL 20 AÑOS	
	Gabarra		\$	152.444,44
	Costo Total del Proyecto		\$	5.739.871,30

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

5.6 ANÁLISIS DE FLUJOS DE CAJA

Las dos alternativas se analizan con sus respectivos escenarios, éstos son comparados y evaluados para determinar cuál de éstos es el mejor. Este proceso se efectúa mediante los métodos de evaluación de proyectos con un horizonte de tiempo de 20 años. En la alternativa 1 se mantiene un único escenario (ANEXO 17) donde los componentes del sistema fotovoltaico no varían a lo largo del tiempo. En la alternativa 2 se contemplan dos escenarios: en el primero se mantiene el precio subsidiado del diésel (\$0,90) (ANEXO 18), y, en el segundo, el precio de éste sin subsidio que sería el precio internacional (\$3,43) (ANEXO 19).

La camaronera no cuenta con un valor de ingresos atribuido solamente al sistema de bombeo, por lo tanto, dentro de este estudio se registran solamente egresos. Además, dentro del flujo, no se consideran ingresos por la venta del camarón puesto que se llegaría a determinar un valor actual neto erróneo para las alternativas. A continuación se muestran los resultados de VAN para cada alternativa (Tabla 5.9).

TABLA 5.9 RESULTADOS DE VAN PARA CADA ALTERNATIVA

ALTERNATIVA 1: BOMBEO FOTOVOLTAICO	VAN	
Escenario 1	-\$	2.954.110,74
ALTERNATIVA 2: BOMBEO DIÉSEL	VAN	
Escenario 1	-\$	542.964,60
Escenario 2	-\$	1.477.491,78

Elaboración: Herrera, L; Solórzano, G.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- De las 55 bombas que constituyen las estaciones de bombeo de las camaroneras de la muestra analizada, se determinó que 35 presentan una potencia mayor a la necesaria para satisfacer los requerimientos de bombeo de la finca.
- La cantidad de emisiones atribuidas al sobredimensionamiento del sistema de bombeo de las fincas es de 3.696 ton CO₂/año que representan un 7,82% del total de CO₂ emitido por parte de las camaroneras de la muestra.
- Dentro de las camaroneras grandes y especiales el número de galones de diésel atribuidos al sobredimensionamiento del sistema de bombeo son 373.570 gal/año que representan un dispendio de 336.476 \$/año.
- Mediante el uso del sistema de bombeo fotovoltaico propuesto se evita la emisión de 13.960 ton CO₂ generadas por una bomba de 200 hp y motor de 270 hp durante 20 años. El costo de implementación de este sistema es de \$4'410.905,51.
- A pesar del beneficio ambiental generado por la implementación de bombeo fotovoltaico, se puede visualizar que, mediante el análisis financiero de las alternativas, el VAN más favorable es aquel donde el combustible se mantiene subsidiado, cuyo valor es -\$542.964,60 debido a la alta inversión inicial en implementación de sistemas fotovoltaicos.
- Un parámetro determinante en el tiempo de vida de las baterías es su profundidad de descarga (P_D). Mientras mayor sea esta, el número de ciclos será menor y por lo tanto los años de duración también. Este parámetro provoca que los acumuladores tengan una vida útil menor que la del resto de equipos del sistema fotovoltaico y que por lo tanto sean los primeros en

ser cambiados, y, de este modo, se incrementa el costo del sistema renovable.

- Se determinó para un sistema fotovoltaico que alimente una bomba de 200 hp y motor de 270 hp, con tiempo de funcionamiento de 14h diarias (7h día y 7h noche) se necesita instalar 3.220 paneles de 310 Wp y 55 baterías de 1.280 Ah. El área requerida para la instalación de los módulos solares es de 0,95 Ha, lo cual no representa un inconveniente para las fincas debido a que éstas cuentan con extensiones de terreno mayores a 250 Ha.
- Los 3.220 paneles necesarios para suministrar energía a una bomba de 200 hp para la camaronera C podrían cubrir la demanda de electricidad de 333 familias, determinado en base al consumo medio mensual para un hogar promedio en el Ecuador.
- Dentro de los parámetros importantes para determinar el número de paneles solares en un sistema fotovoltaico están las horas de sol pico (HSP) y el rendimiento energético de la instalación (performance ratio PR) donde la mayor pérdida es la registrada por el cambio de temperatura de las celdas solares. Mientras más altos sean los valores de estos parámetros, el sistema va a necesitar un menor número de paneles.

6.2 RECOMENDACIONES

- Para disminuir el costo del sistema solar fotovoltaico se puede tomar como una opción instalar un sistema híbrido, éste funciona durante el día a través de los paneles solares y en la noche con el sistema tradicional diésel. De esta manera se disminuye el precio del sistema debido a que se eliminaría el uso de baterías y el número de paneles sería menor. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que se mantendrán los gastos en diésel y se continuará con la descarga de emisiones de dióxido de carbono al ambiente durante la noche.

- Para evitar que exista un sobredimensionamiento de la potencia requerida para el motor-bomba en las estaciones de bombeo, se debería hacer un estudio detallado de los requerimientos hidráulicos reales de las fincas.
- Se recomienda hacer un análisis de implementación de paneles solares para otro proceso productivo u operativo que se lleve a cabo en la camaronera, por ejemplo, la oxigenación de piscinas de pre-cría, realizada con aireadores (blowers); o, para otro tipo de sistemas de bombeo como de agua potable y de riego que requieren menor potencia.
- El alto precio de implementar energía solar y el subsidio a los combustibles en el Ecuador, no permite fácilmente que se puedan reemplazar sistemas energéticos provenientes de derivados del petróleo por esta energía renovable fotovoltaica. Por esta razón, debería existir un incentivo por parte del gobierno o aplicar subsidios a ciertos componentes de los sistemas fotovoltaicos como una iniciativa que impulse el uso de energías limpias dentro del país.
- Debido a que la mayoría de fincas camaroneras se encuentran ubicadas en manglares, considerados como ecosistemas frágiles e indispensables para el equilibrio del planeta, y que además están aisladas en lugares donde no se cuenta con conexión al Sistema Nacional Interconectado, se recomienda generar más proyectos enfocados a este sector, mediante los cuales se proponga generar fuentes renovables y limpias de energía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera D., M. M. (Abril de 1998). Los Cultivos de Camarones en la Costa Caribe Colombiana . Cartagena de Indias, Colombia: Documentos de Trabajo sobre Economía Regional, Banco de la República de Cartagena de Indias.
- Alvarado, V. (2014). *Ingeniería Economía, Nuevo Enfoque* (Primera ed.). México: Editorial Patria. Recuperado el abril de 2016, de <http://www.editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074383294.pdf>
- Arijá G., D. (28 de Julio de 2010). PROTOTIPO DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA PROYECTOS DE COOPERACIÓN AL DESARROLLO CON TECNOLOGÍAS APROPIADAS. Leganés, España: Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior, Proyecto Fin de Carrera .
- Barriga, H. (2011). Grandes Sistemas Fotovoltaicos de Bombeo de Agua. *Tesis de Grado*. España: Instituto de Energía Solar. Universidad Politécnica de Madrid.
- BCE. (III Trimestre de 2016). *Reporte del Sector Petrolero*. Recuperado el 19 de 6 de 2017, de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/ASP201609.pdf>
- BCE. (2017). *Indicadores Económicos*. Recuperado el abril de 2017, de <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/754>
- Beltrán, M. (2016). *Repositorio EPN*. Recuperado el abril de 2017, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15285>
- Bolsa de Valores de Quito. (2017). *Bonos del Estado*. Recuperado el mayo de 2017, de <http://www.bolsadequito.info/estadisticas/cotizaciones-historicas/bonos-del-estado/>

- BP Global. (2016). *2016 Statistical Review Solar Energy*. Obtenido de <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/renewable-energy/solar-energy.html>
- Cámara Nacional de Acuicultura. (2015). Obtenido de <http://www.cna-ecuador.com/revista/descargas/ediciones-anteriores>
- Cámara Nacional de Acuicultura. (2016). *Estadísticas CNA Diciembre 2016*. Recuperado el junio de 2017, de <https://drive.google.com/file/d/0B1XuDyCczjjUM0ZhekxlaWJBeU0/view>
- Carranza Soto, M. N. (Junio de 2011). Evaluación y Propuesta de Mejoramiento de la Estación de Bombeo de Agua de Mar, de una Finca Dedicada a la Adquisición, Producción y Cosecha de Camarón. *Tesis de Grado*. Guatemala: Escuela de Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0574_MI.pdf
- CEMAER. (2015). *Manual de Energía Solar*. México.
- CNA. (2015).
- Dieu, B. T., Vlak, J. M., & Zwart, M. P. (2011). Effects of extensive and intensive shrimp farming on the genetic composition of white spot syndrome virus populations. *Diseases in Asian Aquaculture VII*, 11.
- Energía Solar . (2015). Obtenido de <http://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica>
- FAO. (1988). *Manual Operativo y Definición de un Laboratorio de 160 illones de PL/AÑO*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC410S/AC410S00.htm#TOC>
- Fenucci, J. L. (1988). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO*.
- FLACSO - MIPRO. (Diciembre de 2011). *Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2016, de *Procesamiento de camarón para exportación:*

<https://www.flacso.edu.ec/portal/pnTemp/PageMaster/v1h0ohbg78sb6mncmkkr5w3mwji4ep.pdf>

- Food and Agriculture Organization FAO. (Agosto de 1988). Manual para la Cría de Camarones Peneidos . Brasilia, Brasil .
- Global Petrol Prices . (2017). Obtenido de http://es.globalpetrolprices.com/diesel_prices/
- Grauer, R. (1985). Beta in Linear Risk tolerance economies. Management Science. Recuperado el abril de 2017
- Ibarra, O. (Enero de 2015). LA FOCALIZACIÓN DEL SUBSIDIO A LOS COMBUSTIBLES Y SU INCIDENCIA EN LAS FINANZAS PÚBLICAS. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Inche, J. L. (2004). Gestión de la Contaminación del Aire: Causas, Efectos y Soluciones. Lima, Perú: Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial-UNMSM.
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables INER. (2017). *Energía Geotérmica*. Obtenido de <http://www.iner.gob.ec/4-plan-para-lineas-de-investigacion-para-el-desarrollo-de-la-geotermia/#>
- Instituto Oceanográfico de la Armada INOCAR. (2017). *Boletín de Condiciones Océano-atmosféricas*. Recuperado el 2017, de https://www.inocar.mil.ec/img/TSM/TSM/TSM_20170213_20170219.jpg
- Instituto Politécnico Nacional. (2010). Recuperado el abril de 2017, de http://www.academico.cecyt7.ipn.mx/fisica_II/menus/unidad2/unidad2_t2.html
- International Towing Tank Conference. (2011). Fresh Water and Sea Water Propierties.
- Investing.com. (2017). *Bonos del Estado - Estados Unidos*. Recuperado el 26 de abril de 2017, de https://es.investing.com/rates-bonds/usa-government-bonds?maturity_from=290&maturity_to=290
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de*. Informe de síntesis, Ginebra.

- Obtenido de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- IPPC. (2006). *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Recuperado el marzo de 2017, de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf
 - Koutoudjian M, J. (s.f.). Curso de Hidrología y Diseño de Captaciones de Aguas Superficiales y Meteóricas. Estaciones de Bombeo. Operación y Mantenimiento. . INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL.
 - MAE. (2013). *Factor de Emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador*. MAE. Recuperado el marzo de 2017, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/Factor-de-emisi%C3%B3n-2013-PUBLICADO.pdf>
 - Malpartida Pasco, J. (Octubre de 2015). Curso: Piscicultura y Aireación. Obtenido de [http://s6efdd9edf8e1222a.jimcontent.com/download/version/1470268610/module/13130902730/name/Curso-Aireacio%CC%81n-.-Neiva-octubre-20151%20\(1\).pdf](http://s6efdd9edf8e1222a.jimcontent.com/download/version/1470268610/module/13130902730/name/Curso-Aireacio%CC%81n-.-Neiva-octubre-20151%20(1).pdf)
 - Manual de Esquemas Moeller. (2005). *Arrancadores de motor electrónicos y drives*. Recuperado el abril de 2017, de file:///D:/Users/ASESOR%203/Downloads/M_Esquemas_Cap2_Arrancadores_de_motor_y_drives.pdf
 - Martínez Palacios, C. (1991). Mozambique Proyecto Piloto para el Cultivo del Camarón Costero Nutrición/Alimentación. Departamento de Pesca y Acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac516s/AC516S08.htm>

- Mentefactura-GIZ. (2015). *Introduction of Photovoltaic Energy in Ecuadorian Shrimp Farms*.
- MICSE. (2015). *Balance Energético Nacional*. Obtenido de <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/Balance-Energe%CC%81tico-Nacional-2015.pdf>
- Mora, F. (mayo de 2011). *Estudio de Factibilidad para la Incorporación de un Sistema Solar Fotovoltaico en el Edificio RTV*. Recuperado el abril de 2017, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3809/1/CD-3609.pdf>
- OLADE. (2011). *Manual de Estadísticas Energéticas*. Obtenido de http://biblioteca.olade.org/iah/fulltext/Bjmbr/v32_2/old0179.pdf
- OPS. (2005). *Guías para el Diseño de Estaciones de Bombeo de Agua Potable*. Lima. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/023_Disenostaciones_bombeo/Dise%C3%B1o%20estaciones%20de%20bombeo.pdf
- Páez P., C. (2012). *Gestión de la Calidad del Aire*. Quito.
- Parra, R. (2013). Factor de emisión de CO₂ debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el. *Avances en Ciencias e Ingenierías*. Obtenido de http://www.usfq.edu.ec/publicaciones/avances/archivo_de_contenidos/Documents/volumen_5_numero_1/C39-5-1-2013.pdf
- Pimienta Dueñas, A. M. (2007). *Conceptos Básicos de Máquinas Eléctricas*. Buenos Aires: El Cid Editor , ProQuest ebrary.
- Plastics Pipe Institut. (2009). *Design of PE Piping Systems* (II ed.). Dallas, Texas, EEUU. Recuperado el abril de 2017, de <https://plasticpipe.org/pdf/chapter06.pdf>
- Rochín, J., Ortiz, S., & Ellis, A. (s.f.). *Energía Solar para Bombeo de Agua. Experiencias con Ranchos Sustentables en Baja California Sur*. Estados Unidos: FIRCO.

- Rodríguez, H. (2017). *Ingemecainca*. Obtenido de Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego: <http://ingemecainca.com/tutorialsemanal/tutorialn193.html#seccion41>
- Rojas, A., Haws, M., & Cabanillas, J. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo del Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05). Obtenido de http://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf
- Sánchez, L., & Villalva, R. (Mayo de 2015). Análisis Técnico Económico Ambiental de diferentes alternativas de recolección de Residuos Sólidos Urbanos, Peligrosos y Hospitalarios en la Parroquia Malchinguí - Pedro Moncayo. *Tesis de Grado*. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Recuperado el 20 de Septiembre de 2016, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10497>
- Santamarta, J. (2004). Las Energías Renovables son el Futuro . World Watch. Obtenido de <http://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/Renovables.pdf>
- SENPLADES. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017*. Obtenido de <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>
- Shyam S, N. (Junio de 2005). Energía Solar- Conceptos Básicos y su Utilización. Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional.
- Tucker, C. (Septiembre de 2005). Pond Aireation. *Southern Regional Aquaculture Center*. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://www.privatelandownernetnetwork.org/pdfs/pond%20aeration.pdf>
- Universidad de Sevilla. (2007). *Hidráulica y Riegos*. Obtenido de Open Course Ware : http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%202.Conducciones%20forzadas/tutorial_25.htm

- WILO Pumpen Intelligenz. (s.f.). *Principios Fundamentales de las Tecnologías de las Bombas Centrífugas*. Obtenido de http://www.wilo.es/fileadmin/es/Downloads/pdf_entero.pdf
- Yunga G., J. G. (2013). *Análisis Biológico en el Ciclo de Vida del Camarón Litopenaus Vannamei*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil .
- content/uploads/downloads/2014/03/Factor-de-emisi%C3%B3n-2013-PUBLICADO.pdf
- Malpartida Pasco, J. (2015, Octubre). *Curso: Piscicultura y Aireación*. Obtenido de [http://s6efdd9edf8e1222a.jimcontent.com/download/version/1470268610/module/13130902730/name/Curso-Aireacio%CC%81n-.-Neiva-octubre-20151%20\(1\).pdf](http://s6efdd9edf8e1222a.jimcontent.com/download/version/1470268610/module/13130902730/name/Curso-Aireacio%CC%81n-.-Neiva-octubre-20151%20(1).pdf)
- Manual de Esquemas Moeller. (2005). *Arrancadores de motor electrónicos y drives*. Recuperado el abril 2017, de file:///D:/Users/ASESOR%203/Downloads/M_Esquemas_Cap2_Arrancadores_de_motor_y_drives.pdf
- Martínez Palacios, C. (1991). *Mozambique Proyecto Piloto para el Cultivo del Camarón Costero Nutrición/Alimentación*. Departamento de Pesca y Acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac516s/AC516S08.htm>
- Mentefactura-GIZ. (2015). *Introduction of Photovoltaic Energy in Ecuadorian Shrimp Farms*.
- MICSE. (2015). *Balance Energético Nacional*. Obtenido de <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/Balance-Energe%CC%81tico-Nacional-2015.pdf>
- Mora, F. (2011, mayo). *Estudio de Factibilidad para la Incorporación de un Sistema Solar Fotovoltaico en el Edificio RTV*. Recuperado el abril 2017, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3809/1/CD-3609.pdf>

- OLADE. (2011). *Manual de Estadísticas Energéticas*. Obtenido de http://biblioteca.olade.org/iah/fulltext/Bjmbr/v32_2/old0179.pdf
- OPS. (2005). *Guías para el Diseño de Estaciones de Bombeo de Agua Potable*. Lima. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/023_Disenos_estaciones_bombeo/Dise%C3%B1o%20estaciones%20de%20bombeo.pdf
- Páez P., C. (2012). *Gestión de la Calidad del Aire*. Quito.
- Parra, R. (2013). Factor de emisión de CO₂ debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el. *Avances en Ciencias e Ingenierías*. Obtenido de http://www.usfq.edu.ec/publicaciones/avances/archivo_de_contenidos/Documents/volumen_5_numero_1/C39-5-1-2013.pdf
- Pimienta Dueñas, A. M. (2007). *Conceptos Básicos de Máquinas Eléctricas*. Buenos Aires: El Cid Editor , ProQuest ebrary.
- Plastics Pipe Institut. (2009). *Design of PE Piping Systems* (II ed.). Dallas, Texas, EEUU. Recuperado el abril 2017, de <https://plasticpipe.org/pdf/chapter06.pdf>
- Rochín, J., Ortiz, S., & Ellis, A. (s.f.). *Energía Solar para Bombeo de Agua. Experiencias con Ranchos Sustentables en Baja California Sur*. Estados Unidos: FIRCO.
- Rodriguez, H. (2017). *Ingemecainca*. Obtenido de *Instalación Solar Fotovoltaica para el Bombeo de Agua para Riego*: <http://ingemecainca.com/tutorialsemanal/tutorialn193.html#seccion41>
- Rojas, A., Haws, M., & Cabanillas, J. (2005). *Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo del Camarón*. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05). Obtenido de http://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf

- Santamarta, J. (2004). Las Energías Renovables son el Futuro . World Watch. Obtenido de <http://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/Renovables.pdf>
- SENPLADES. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017*. Obtenido de <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>
- Shyam S, N. (2005, Junio). Energía Solar- Conceptos Básicos y su Utilización. Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional.
- Universidad de Sevilla. (2007). *Hidráulica y Riegos*. Obtenido de Open Course Ware : http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%202.Conducciones%20forzadas/tutorial_25.htm
- WILO Pumpen Intelligenz. (s.f.). *Principios Fundamentales de las Tecnologías de las Bombas Centrífugas*. Obtenido de http://www.wilo.es/fileadmin/es/Downloads/pdf_entero.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA APLICADA A LAS CAMARONERAS

ENCUESTA A LAS CAMARONERAS GRANDES Y ESPECIALES''''

Encargado de la Encuesta:

Fecha:

Nombre de la Camaronera:

Ubicación de la Camaronera:

Hectáreas de la Camaronera:

SECCIÓN I: Características Mecánicas del Sistema de Bombeo de la Camaronera

Marca de las bombas que conforman la estación de bombeo	Tipo de bomba (axial, radial, mixta/vertical, horizontal)	Número de Bombas	Diámetro de la Bomba (pulg)	Edad del equipo (años)	Potencia Nominal de la Bomba (HP)	Potencia Nominal del Motor (HP)	Eficiencia del Motor (%)	Tipo de Transmisor de Potencia	Eficiencia del Transmisor de Potencia (%)	Velocidad del Motor (RPM)	Velocidad de la Bomba (RPM)	Total de días por semana que trabaja el equipo	Horas de bombeo durante el día	Horas de bombeo durante la noche
a														
b														
c														
d														

SECCIÓN II: Características Físicas del Sistema de Bombeo de la Camaronera

Altura desde la zona de succión hasta canal reservorio en marea alta (m)	Altura desde la zona de succión hasta canal reservorio en marea baja (m)	Material de las tuberías	Accesorios de la Tubería			SUCCIÓN			DESCARGA			
			Codos	Válvulas	Reducciones	Diámetro de la tubería (pulg)	Longitud de las tuberías (m)	Caudal (m ³ /s)	Diámetro de la tubería (pulg)	Longitud de la tubería (m)	Caudal (m ³ /s)	
a												
b												
c												
d												
e												

SECCIÓN III: Costos adicionales al Sistema de Bombeo

Costos por mantenimiento (\$/año)
 Costos de reparación (\$/año)
 Costos de transporte de diésel (\$/año)

ANEXO 2

INFORMACIÓN BASE DE LAS CAMARONERAS

CAMARONERA	HA	TAMAÑO	MARCA DE LA BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	Z2 (M)	SUCCIÓN					DESCARGA					EFICIENCIA MOTOR	EFICIENCIA CAJA DE TRANSMISIÓN
						DIÁMETRO TUBERÍA (PULG)	DIÁMETRO TUBERÍA (M)	LONGITUD TUBERÍA (M)	ÁREA (M2)	VELOCIDAD (M/S)	DIÁMETRO TUBERÍA (PULG)	LONGITUD TUBERÍA (M)	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (M)	ÁREA (M2)	VELOCIDAD (M/S)		
C	304	Grande	Etec 48"	5	3.5	48	12.192	12	1.92	3.85	52	36	13.208	1.37	3.28	85%	90%
						48	12.192	12	1.92	3.85	52	36	13.208	1.37	3.28	85%	90%
						48	12.192	12	1.92	3.85	52	36	13.208	1.37	3.28	85%	90%
						48	12.192	12	1.92	3.85	52	36	13.208	1.37	3.28	85%	90%
						48	12.192	12	1.92	3.85	52	36	13.208	1.37	3.28	85%	90%
D	1495	Especial	Delta delfini 36"	3	3.5	36	0.9144	3	1.44	1.52	40	12	1.016	0.81	0.38	85%	88%
						36	0.9144	3	1.44	1.52	40	12	1.016	0.81	0.38	85%	88%
						36	0.9144	3	1.44	1.52	40	12	1.016	0.81	0.38	85%	88%
						36	0.9144	10	1.44	3.81	40	20	1.016	0.81	3.08	85%	88%
						36	0.9144	10	1.44	3.81	40	20	1.016	0.81	3.08	85%	88%
D	1495	Especial	Delta delfini 50"	4	3.5	50	1.27	6	1.99	3.95	50	12	1.27	1.27	1.49	85%	89%
						50	1.27	6	1.99	3.95	50	12	1.27	1.27	1.49	85%	89%
						50	1.27	6	1.99	3.95	50	12	1.27	1.27	1.49	85%	89%
						50	1.27	6	1.99	3.95	50	12	1.27	1.27	1.49	85%	89%
						50	1.27	6	1.99	3.95	50	12	1.27	1.27	1.49	85%	89%
D	1495	Especial	Machal eña 36"	4	3.5	36	0.9144	4	1.44	1.52	40	12	1.016	0.81	0.30	85%	88%
						36	0.9144	4	1.44	1.52	40	12	1.016	0.81	0.30	85%	88%
						36	0.9144	4	1.44	1.52	40	12	1.016	0.81	0.30	85%	88%
						36	0.9144	4	1.44	1.52	40	12	1.016	0.81	0.30	85%	88%
						36	0.9144	4	1.44	1.52	40	12	1.016	0.81	0.30	85%	88%
D	1495	Especial	Machal eña 36"	2	3.5	24	0.6096	12	0.96	2.74	32	14	0.8128	0.52	1.54	75%	88%
						24	0.6096	12	0.96	2.74	32	14	0.8128	0.52	1.54	75%	88%

CAMARONERA	HA	TAMAÑO	MARCA DE LA BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	Z2 (M)	SUCCIÓN					DESCARGA					EFICIENCIA MOTOR	EFICIENCIA CAJA DE TRANSMISIÓN
						DIÁMETRO TUBERÍA (PULG)	DIÁMETRO TUBERÍA (M)	LONGITUD TUBERÍA (M)	ÁREA (M2)	VELOCIDAD (M/S)	DIÁMETRO TUBERÍA (PULG)	LONGITUD TUBERÍA (M)	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (M)	ÁREA (M2)	VELOCIDAD (M/S)		
E	550	Grande	Delta delfini 24"	1	3.5	24	0.6096	12	0.96	2.74	32	14	0.8128	0.52	1.54	75%	88%
						36	0.9144	13	1.44	1.83	40	14	1.016	0.81	1.48	85%	88%
						36	0.9144	8	1.44	1.83	40	4	1.016	0.81	1.48	85%	88%
						36	0.9144	8	1.44	1.83	40	4	1.016	0.81	1.48	85%	88%
						36	0.9144	8	1.44	1.83	40	4	1.016	0.81	1.48	85%	88%
						36	0.9144	8	1.44	1.83	40	4	1.016	0.81	1.48	85%	88%
						36	0.9144	8	1.44	1.83	40	4	1.016	0.81	1.48	85%	88%
						36	0.9144	8	1.44	1.83	40	4	1.016	0.81	1.48	85%	88%
						36	0.9144	8	1.44	1.83	40	4	1.016	0.81	1.48	85%	88%
						36	0.9144	8	1.44	1.83	40	4	1.016	0.81	1.48	85%	88%
F	980	Grande	Delta delfini 36"	2	4.35	36	0.9144	16	1.44	2.28	36	16	0.9144	0.66	2.28	90%	95%
						36	0.9144	16	1.44	3.96	36	16	0.9144	0.66	3.96	90%	95%
						36	0.9144	14	1.44	2.28	36	14	0.9144	0.66	2.28	92%	95%
F	980	Grande	Delta delfini 36"	2	4.35	36	0.9144	16	1.44	4.57	36	16	0.9144	0.66	4.57	90%	95%
						36	0.9144	14	1.44	2.44	36	14	0.9144	0.66	2.44	92%	95%

CAMARONERA	HA	TAMAÑO	MARCA DE LA BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	Z2 (M)	SUCCIÓN					DESCARGA					EFICIENCIA MOTOR	EFICIENCIA CAJA DE TRANSMISIÓN
						DIÁMETRO TUBERÍA (PULG)	DIÁMETRO TUBERÍA (M)	LONGITUD TUBERÍA (M)	ÁREA (M2)	VELOCIDAD (M/S)	DIÁMETRO TUBERÍA (PULG)	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (M)	LONGITUD TUBERÍA (M)	ÁREA (M2)	VELOCIDAD (M/S)		
G	465	Grande	Delta delfini 36"	2	4	36	0.9144	16	1.44	4.11	36	16	0.9144	0.66	4.11	92%	90%
			Delta Delfini 36"	1	4	36	0.9144	14	1.44	4.11	36	14	0.9144	0.66	4.11	92%	95%

Fuente y Elaboración: Herrera, L.; Solórzano, G

ANEXO 3

INFORMACIÓN BASE DE LAS CAMARONERAS

CAMARONERA	HA	TAMAÑO	MARCA DE LA BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	DIÁMETRO DE LA BOMBA	MATERIAL TUBERÍA	TIPO DE ACCESORIO		
							CODO	VÁLVULAS	REDUCCIONES DE TUBERÍA
A	728	Grande	Delta delfini 36"	5	36	Hierro	1 codo 90 °	-	1 de 36" a 40"
			Delta delfini 28"	2	28	Hierro	1 codo 90 °	-	1 de 28" a 32"
			Etec 48"	3	48	HDPE	-	-	1 de 48" a 52"
B	900	Grande	Delta delfini 36"	5	36	Hierro	1 codo 90 °	-	1 de 36" a 40"
			Machaleña 36"	4	36	Hierro, Concreto	1 codo 45 °	-	-
			Etec 48"	5	48	HDPE	-	-	1 de 48" a 52"
C	304	Grande	Delta delfini 36"	3	36	Hierro, Concreto	-	-	-
D	1495	Especial	Etec 36"	2	36	HDPE	-	-	1 de 36" a 40"
			Delta delfini 50"	4	50	Hierro, Concreto	1 codo 90 °	-	-

CAMARONERA	HA	TAMAÑO	MARCA DE LA BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	DIÁMETRO DE LA BOMBA	MATERIAL TUBERÍA	TIPO DE ACCESORIO		
							CODO	VÁLVULAS	REDUCCIONES DE TUBERÍA
			Machaleña 36"	4	36	Hierro, Concreto	1 codo 45 °	-	-
			Delta delfini 24"	2	24	Hierro	1 codo 90 °	-	1 de 36" a 40"
				1	36	Hierro	1 codo 90 °	-	1 de 36" a 40"
			Delta delfini 36"	5	36	Hierro	1 codo 90 °	-	1 de 36" a 40"
E	550	Grande	Delta delfini 36"	1	36	Asbesto Cemento	2 codos 45 °	-	-
			Delta delfini 36"	1	36	Asbesto Cemento	2 codos 45 °	-	-
			Nacional 36"	1	36	Asbesto Cemento	-	-	-
F	980	Grande	Delta delfini 36"	2	36	Asbesto Cemento	-	-	-
			Delta delfini 36"	2	36	Asbesto Cemento	-	-	-
G	465	Grande	Delta delfini 36"	2	36	Asbesto Cemento	-	-	-
			Delta Delfini 36"	1	36	Asbesto Cemento	-	-	-

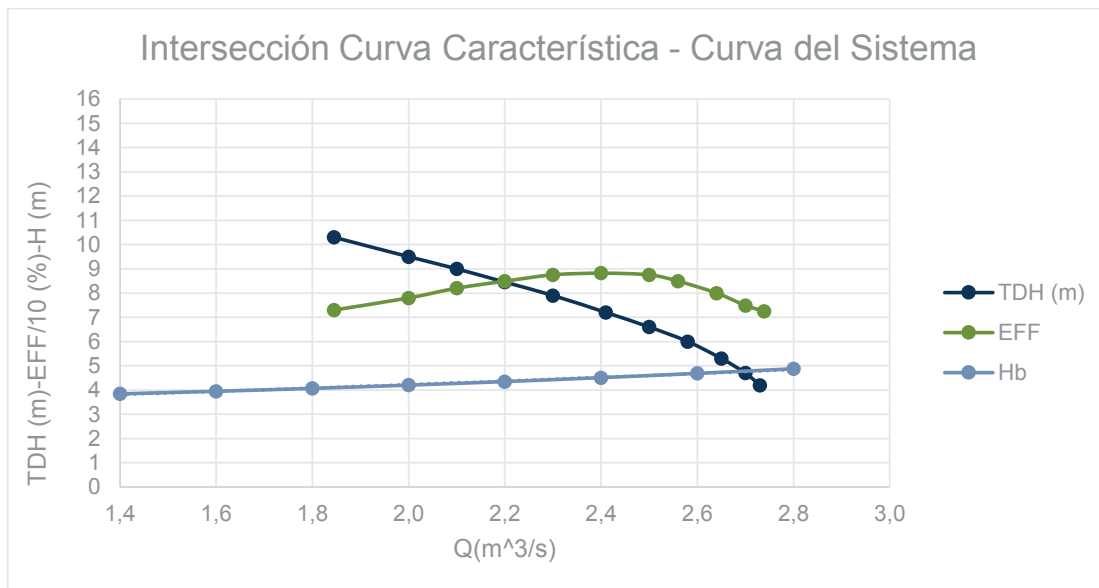
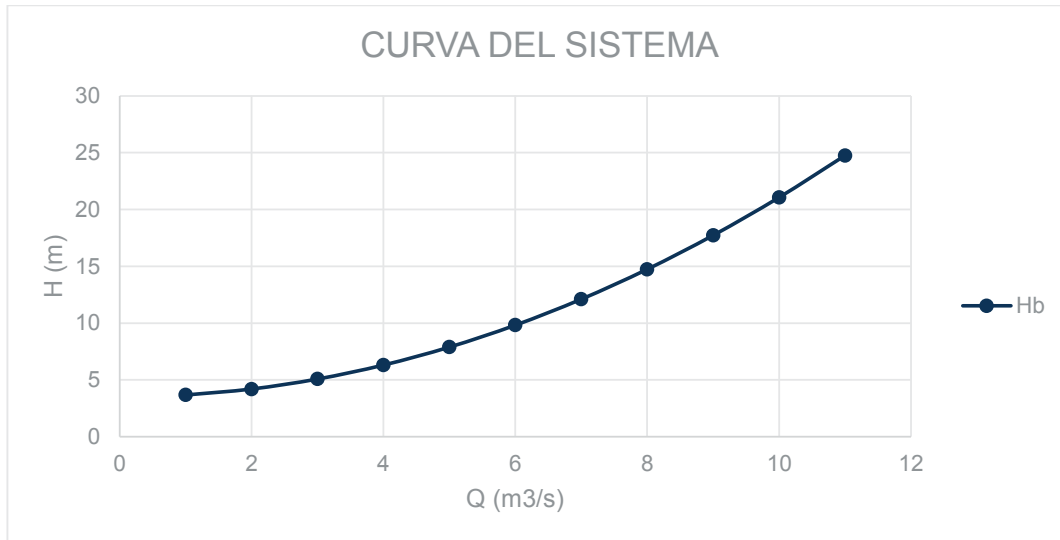
ANEXO 4

CURVA DEL SISTEMA Y PUNTO DE OPERACIÓN

CAMARONERA "A"-BOMBA DELTA DELFINI 36"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	1,83
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000284339
Reynolds 1	1783016
f1	0,015209851
Longitud 1 (m)	13
Area 1 (m ²)	0,656692893
Le (codo 90°) (m)	53
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	40
Diámetro de descarga (m)	1,016
Velocidad 2 (m/s)	1,48
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000255906
Reynolds 2	1604715
f2	0,014970782
Longitud 2 (m)	21
Area 2 (m ²)	0,810731967
Le (expansión) (m)	19

ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,1299
C	0,0458
B + C	0,1756
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,1756*Q²



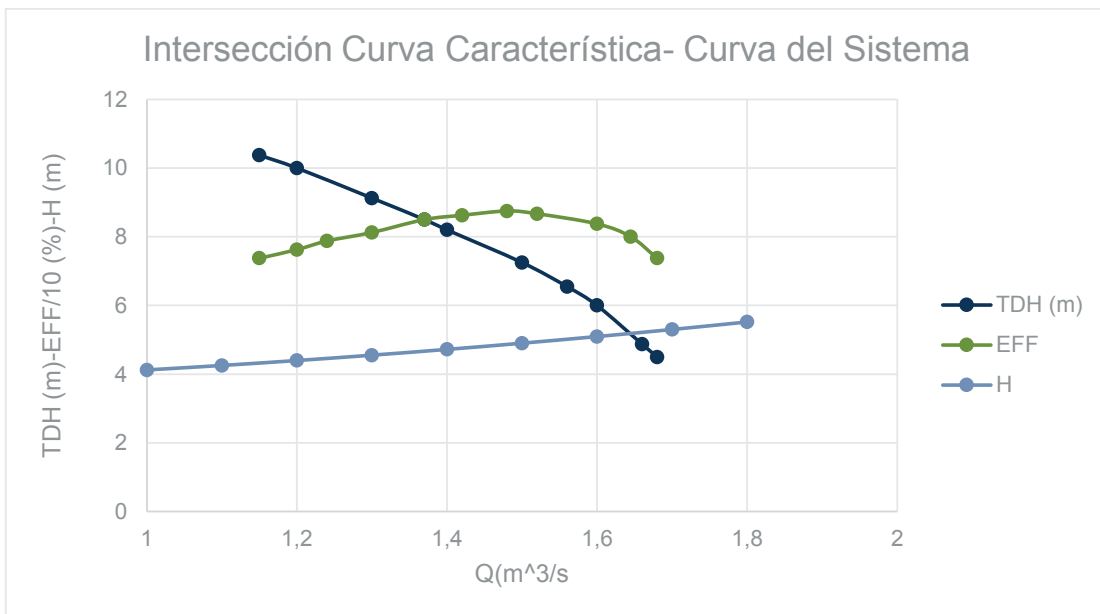
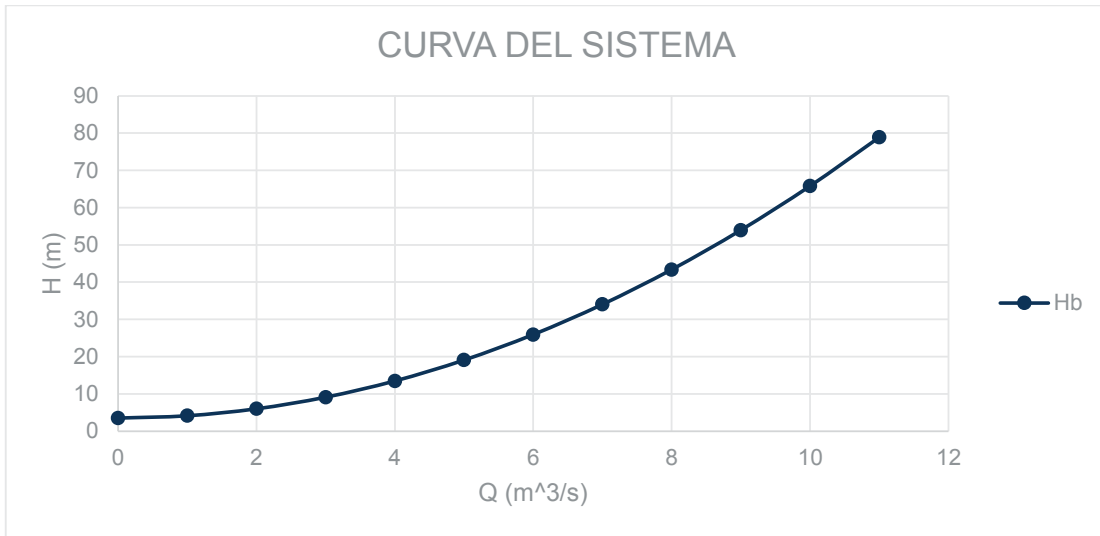
PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m³/s)	2,69
Hb (m)	4,75
Eficiencia (%)	75%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	229
POTENCIA MOTOR (HP)	306

CAMARONERA "A"-BOMBA DELTA DELFINI 28"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	28
Diámetro de succión (m)	0,7112
Velocidad 1 (m/s)	2,01
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000365579
Reynolds 1	1528300
f1	0,016009967
Longitud 1 (m)	19
Area 1 (m ²)	0,397258664
Le (codo 90°) (m)	40
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	32
Diámetro de descarga (m)	0,8128
Velocidad 2 (m/s)	1,54
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000319882
Reynolds 2	1337262
f2	0,015673856
Longitud 2 (m)	36
Area 2 (m ²)	0,518868459
Le (expansión) (m)	17

ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,4294
C	0,1937
B + C	0,6231
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,6231*Q²

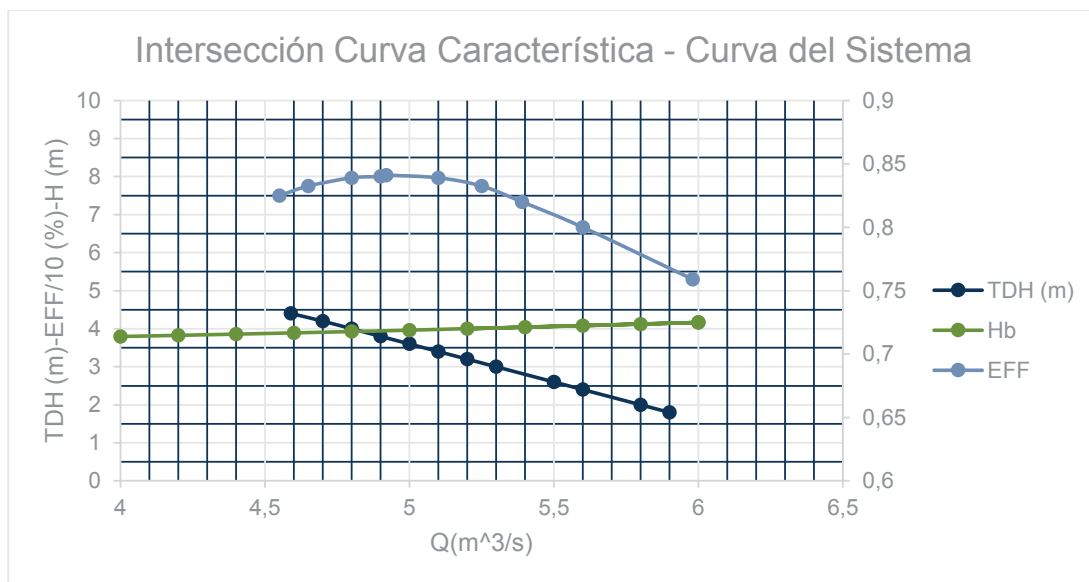
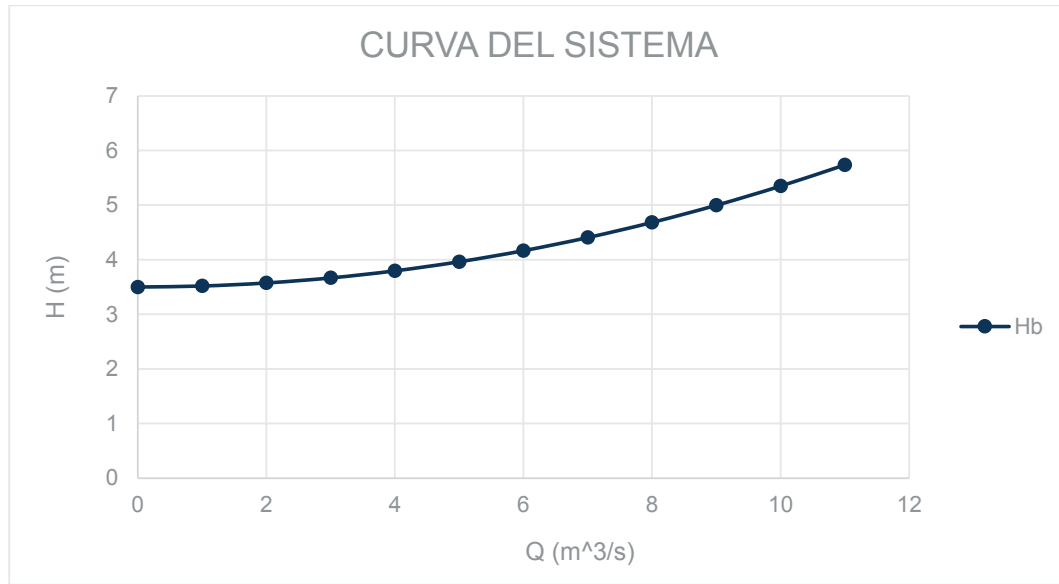


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m ³ /s)	1,65
Hb (m)	5,2
Eficiencia (%)	80%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	144
POTENCIA MOTOR (HP)	218

CAMARONERA "A"-BOMBA ETEC 48"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	52
Diámetro de succión (m)	1,3208
Velocidad 1 (m/s)	3,28
Material de la Tubería	HDPE
ξ (rugosidad) (mm)	0,001524
ξ/D (rugosidad relativa)	1,15385E-06
Reynolds 1	4628985
f1	0,009162407
Longitud 1 (m)	36
Area 1 (m ²)	1,370137023
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	48
Diámetro de descarga (m)	1,2192
Velocidad 2 (m/s)	3,85
Material de la Tubería	HDPE
ξ (rugosidad) (mm)	0,001524
ξ/D (rugosidad relativa)	0,00000125
Reynolds 2	5014733
f2	0,009062836
Longitud 2 (m)	12
Area 2 (m ²)	1,167454032
Le (expansión) (m)	30
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0068
C	0,0117
B + C	0,0185
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,0185*Q²

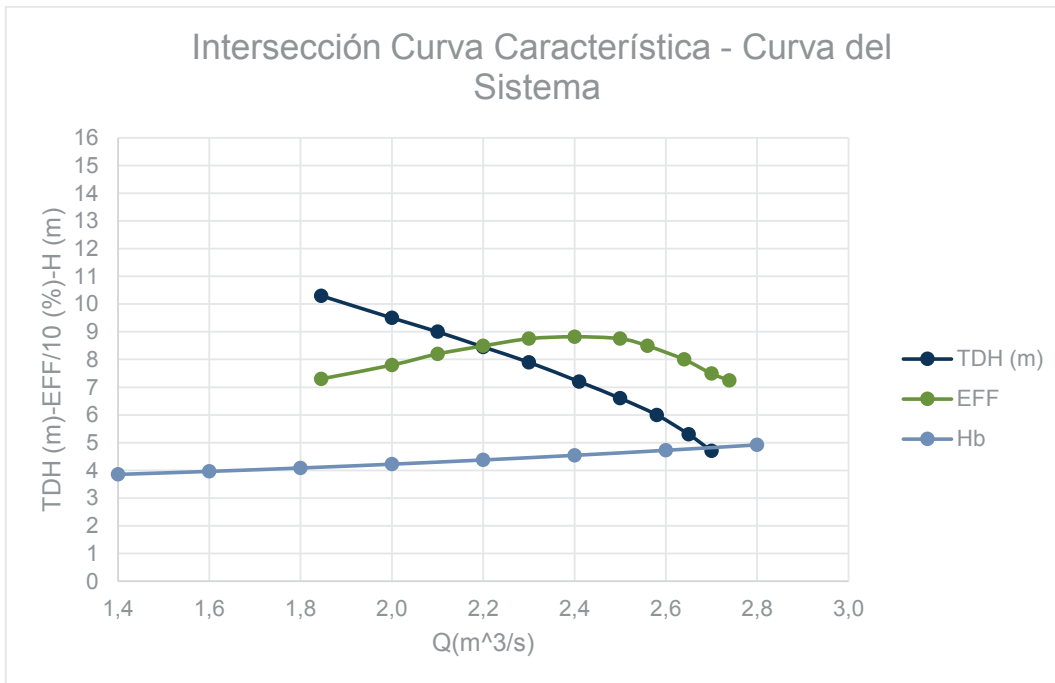
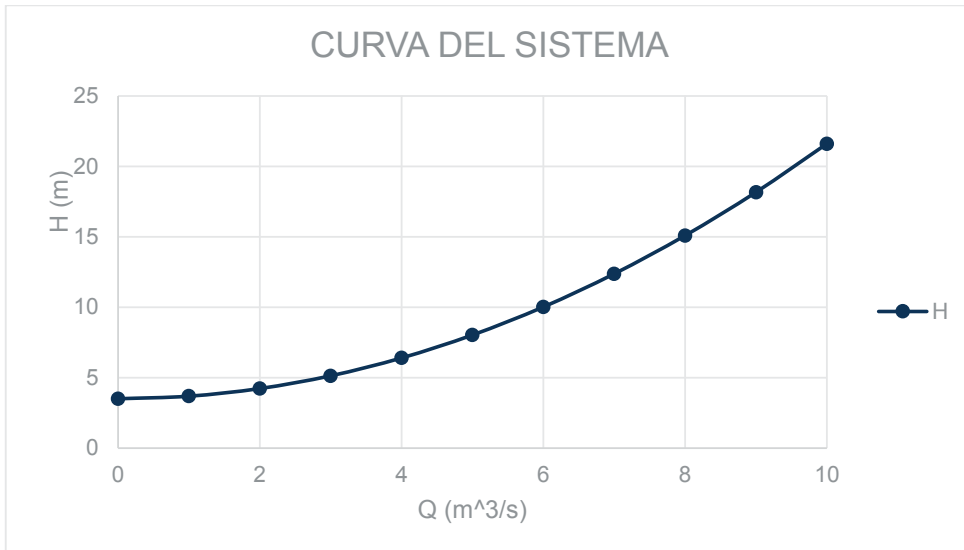


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m³/s)	4,80
Hb (m)	4,01
Eficiencia (%)	84%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	310
POTENCIA MOTOR (HP)	417

CAMARONERA "B"-DELTA DELFINI 36"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	1,83
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000284339
Reynolds 1	1783016
f1	0,015209851
Longitud 1 (m)	14
Area 1 (m ²)	0,656692893
Le (codo 90°) (m)	53
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	40
Diámetro de descarga (m)	1,016
Velocidad 2 (m/s)	1,48
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000255906
Reynolds 2	1604715
f2	0,014970782
Longitud 2 (m)	24
Area 2 (m ²)	0,810731967
Le (expansión) (m)	19
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,1319
C	0,0492
B + C	0,1810
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,1810*Q²



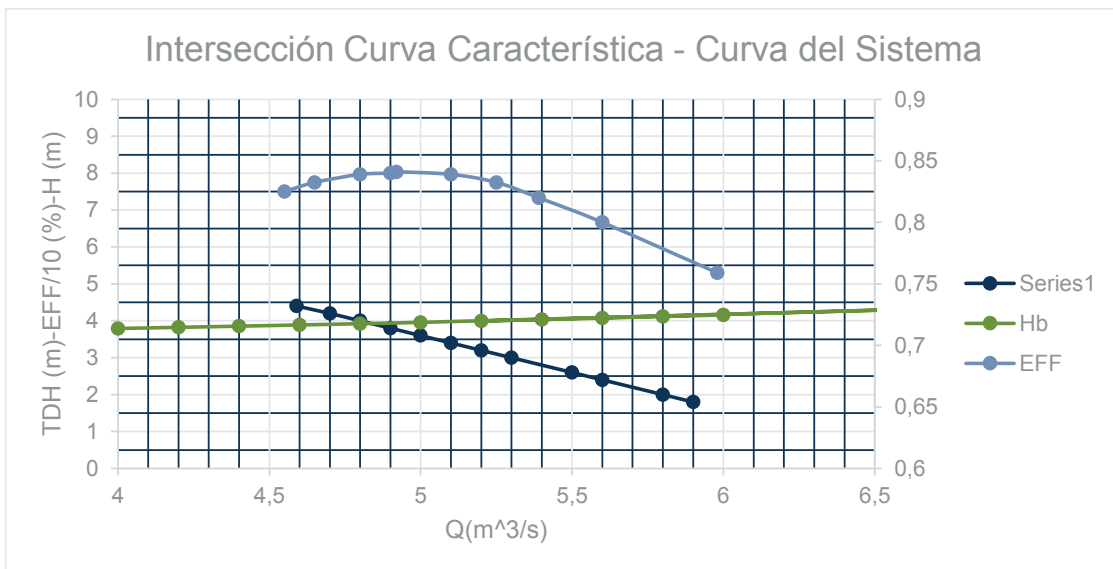
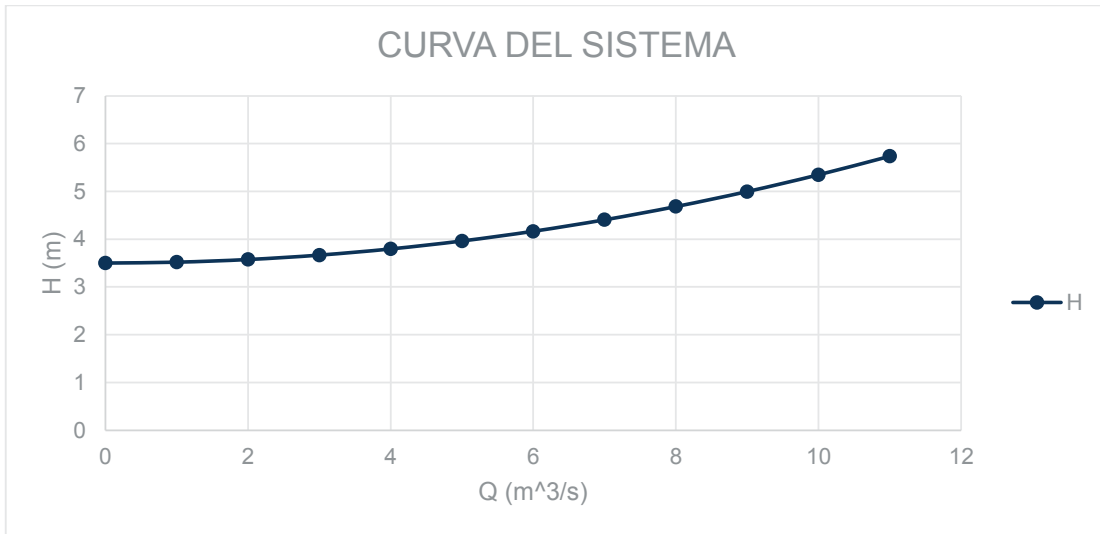
PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m ³ /s)	2,69
Hb (m)	4,8
Eficiencia (%)	76%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	228
POTENCIA MOTOR (HP)	305

CAMARONERA "B"-ETEC 48"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	52
Diámetro de succión (m)	1,3208
Velocidad 1 (m/s)	3,28
Material de la Tubería	HDPE
ξ (rugosidad) (mm)	0,001524
ξ/D (rugosidad relativa)	1,15385E-06
Reynolds 1	4628985
f1	0,009162407
Longitud 1 (m)	36
Area 1 (m ²)	1,37
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	48
Diámetro de descarga (m)	1,2192
Velocidad 2 (m/s)	3,85
Material de la Tubería	HDPE
ξ (rugosidad) (mm)	0,001524
ξ/D (rugosidad relativa)	0,00000125
Reynolds 2	5014733
f2	0,009062836
Longitud 2 (m)	12
Area 2 (m ²)	1,17
Le (expansión) (m)	30

ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0068
C	0,0117
B + C	0,0185
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,0185*Q²

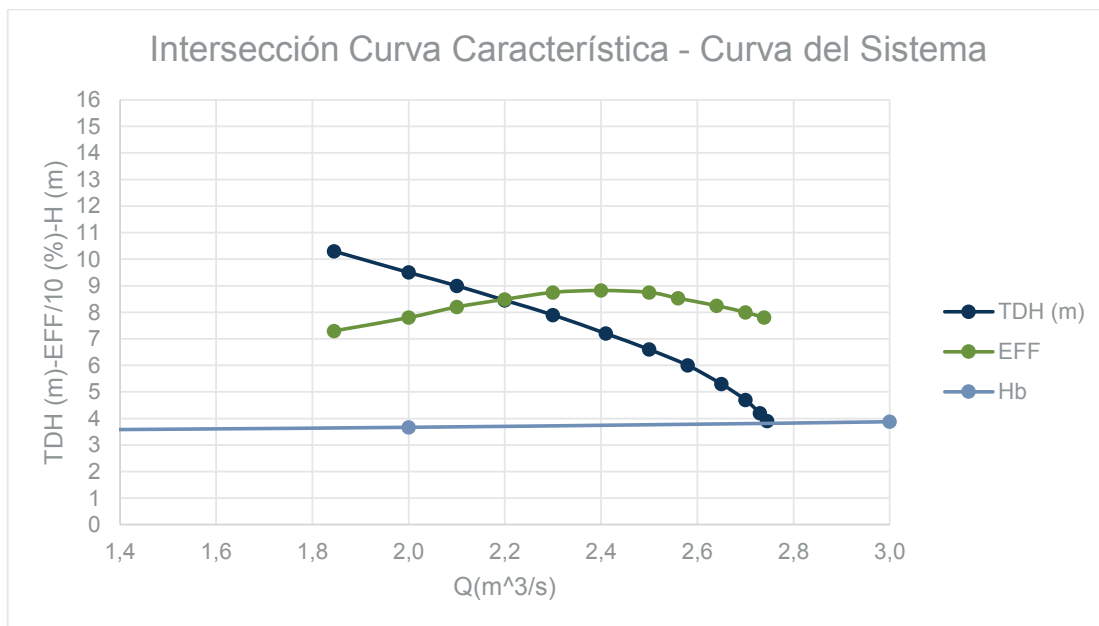
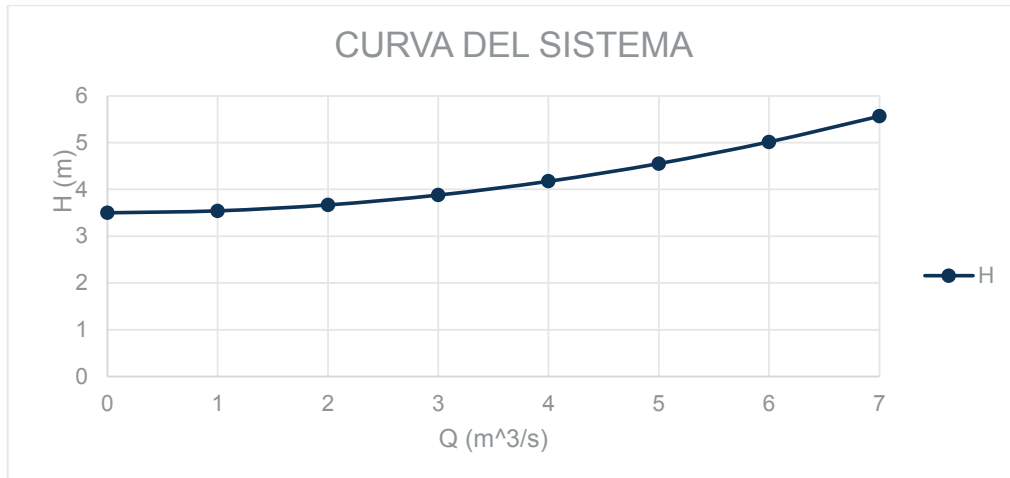


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m³/s)	4,8
Hb (m)	4
Eficiencia (%)	80%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	323
POTENCIA MOTOR (HP)	422

CAMARONERA "B"-MACHALEÑA 36"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	1,52
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000284339
Reynolds 1	1485847
f1	0,015292067
Longitud 1 (m)	4
Area 1 (m ²)	0,66
Le (codo 45°) (m)	17
DESCARGA (C)	
Area ducto cajón descarga (m ²)	2,6
Perímetro de ducto cajón (m)	4,6
Diámetro equivalente (m)	2,3
Velocidad 2 (m/s)	0,38
Material de la Tubería	Concreto
ξ (rugosidad) (mm)	0,0003
ξ/D (rugosidad relativa)	0.00013269231
Reynolds 2	927902
f2	0,014035695
Longitud 2 (m)	12
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0415
C	0,0006
B + C	0,0421
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,0006*Q²

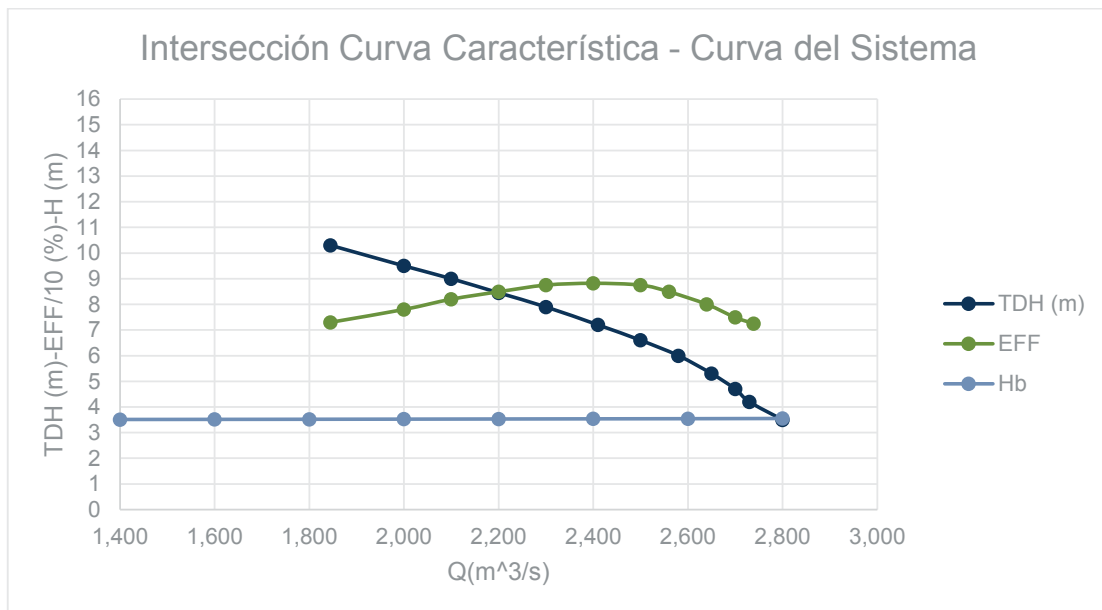
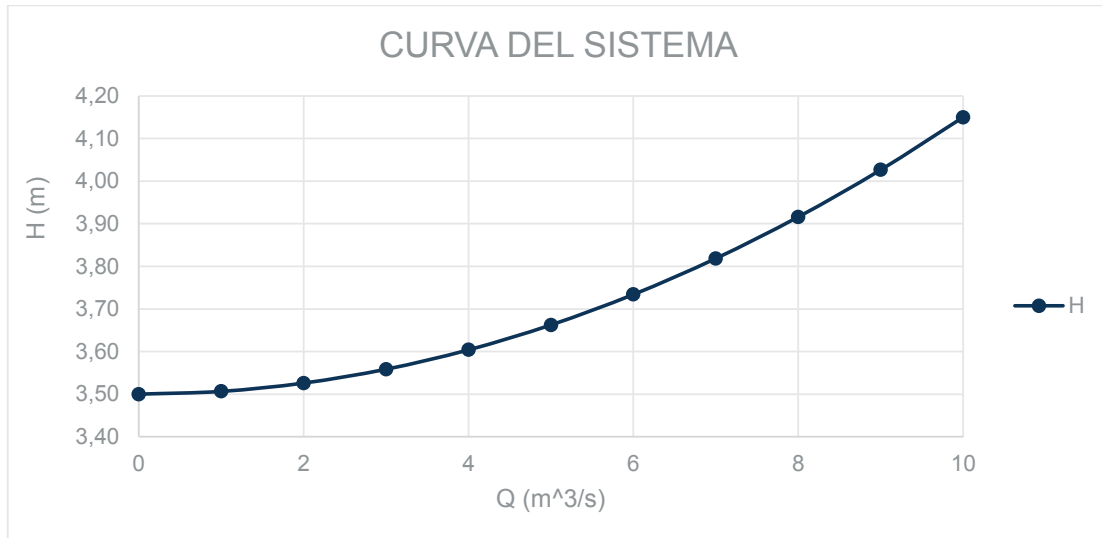


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m ³ /s)	2,74
Hb (m)	3,9
Eficiencia (%)	80%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	180
POTENCIA MOTOR (HP)	240

CAMARONERA "C"-DELTA DELFINI 36"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	1,52
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000284339
Reynolds 1	1485847
f1	0,015292067
Longitud 1 (m)	3
Área 1 (m ²)	0,656692893
DESCARGA (C)	
Área ducto cajón descarga (m ²)	2,6
Perímetro de ducto cajón (m)	4,6
Diámetro equivalente	2,3
Velocidad 2 (m/s)	0,38
Material de la Tubería	Concreto
ξ (rugosidad) (mm)	0,0003
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000132692
Reynolds 2	927902
f2	0,014035695
Longitud 2 (m)	12
Área 2 (m ²)	2,6
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0059
C	0,0006
B + C	0,0065
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,0065*Q²

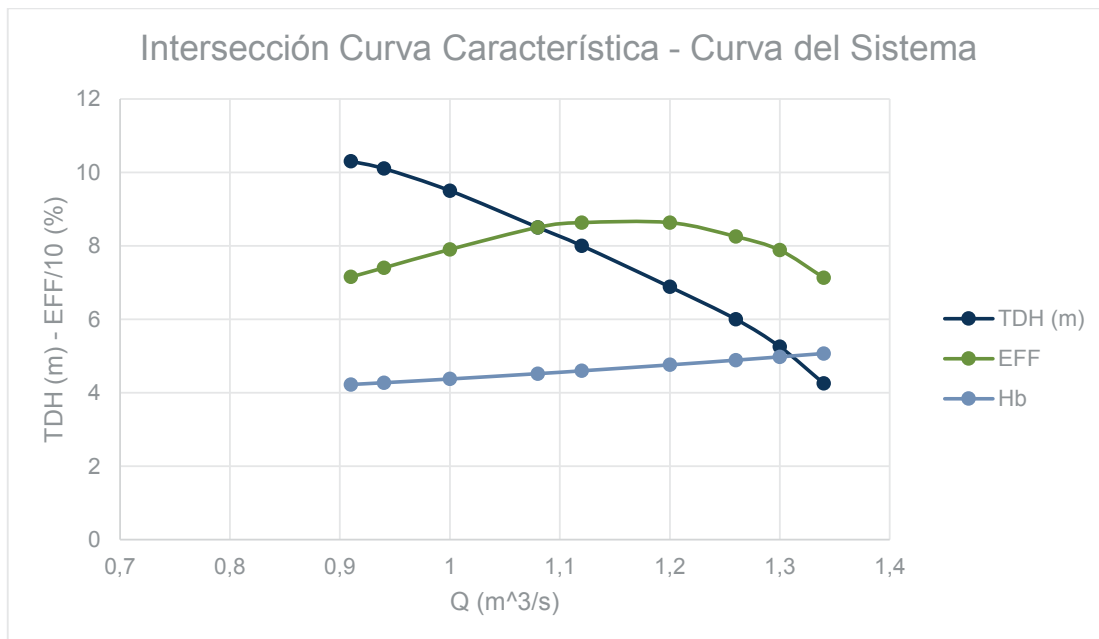
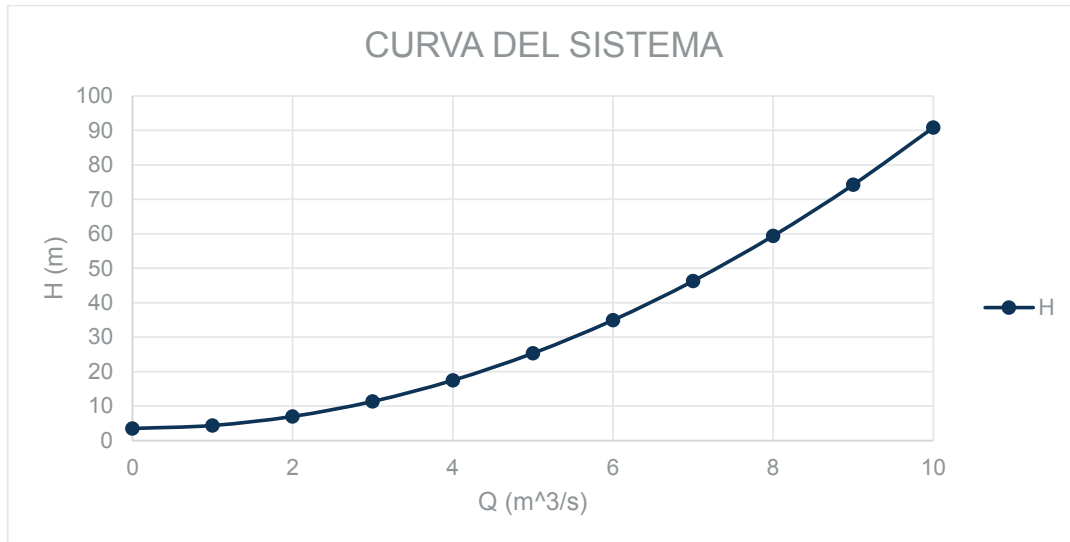


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m ³ /s)	2,80
Hb (m)	3,5
Eficiencia (%)	66%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	200
POTENCIA MOTOR (HP)	269

CAMARONERA "D"-DELTA DELFINI 24"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	24
Diámetro de succión (m)	0,6096
Velocidad 1 (m/s)	2,74
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000426509
Reynolds 1	1783016
f1	0,016446925
Longitud 1 (m)	12
Area 1 (m ²)	0,291863508
Le (codo 90°) (m)	35
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	32
Diámetro de descarga (m)	0,8128
Velocidad 2 (m/s)	1,54
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000319882
Reynolds 2	1337262
f2	0,015673856
Longitud 2 (m)	14
Area 2 (m ²)	0,52
Le (expansión) (m)	17
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,7595
C	0,1133
B + C	0,8728
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,8728*Q²

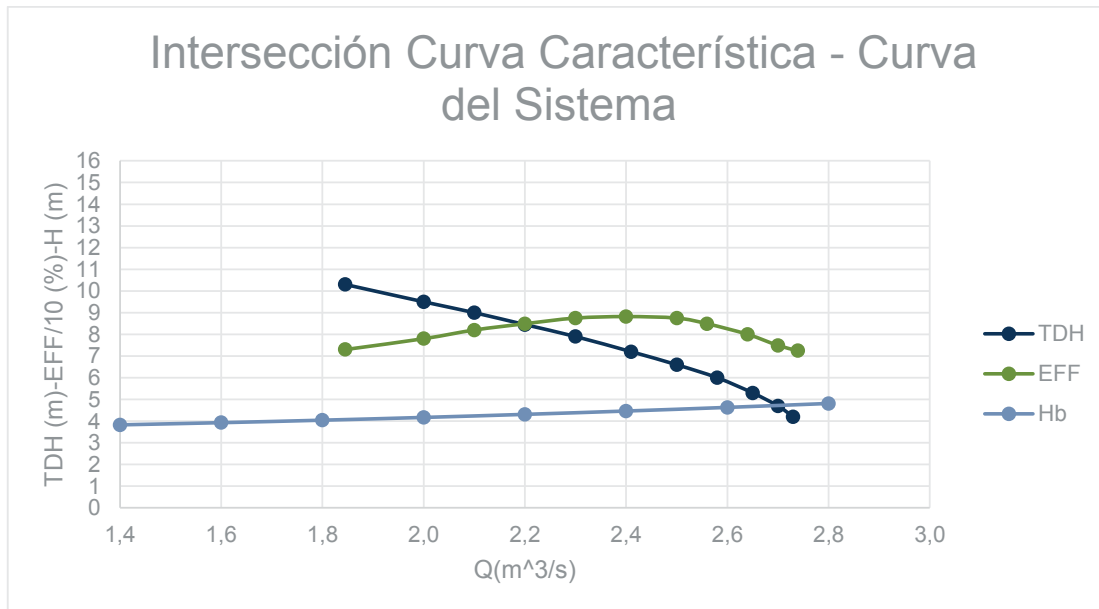
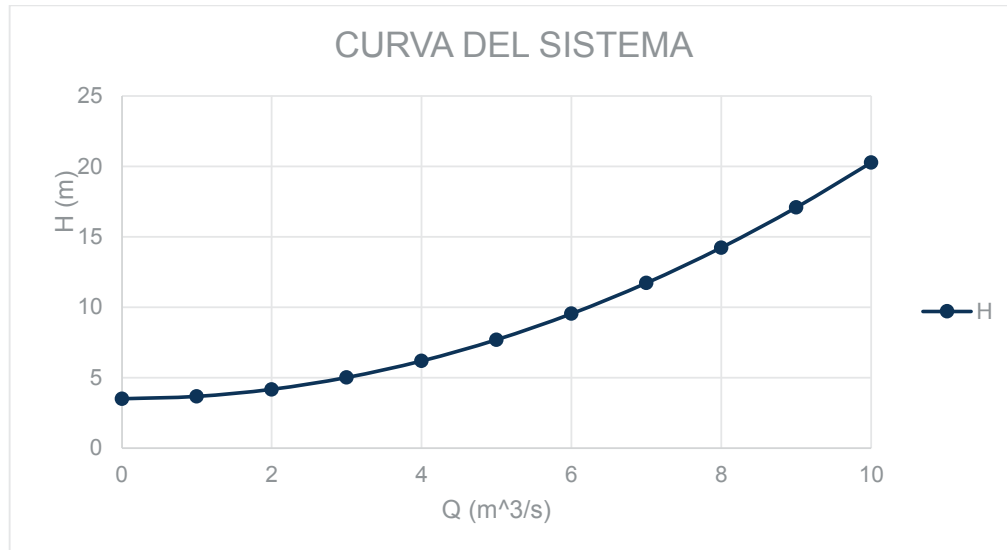


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m ³ /s)	1,31
Hb (m)	5
Eficiencia (%)	74%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	119
POTENCIA MOTOR (HP)	181

CAMARONERA "D"-DELTA DELFINI 36" (1)

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	1,83
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000284339
Reynolds 1	1783016
f1	0,015209851
Longitud 1 (m)	13
Area 1 (m ²)	0,66
Le (codo 90°) (m)	53
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	40
Diámetro de descarga (m)	1,016
Velocidad 2 (m/s)	1,48
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000255906
Reynolds 2	1604715
f2	0,014970782
Longitud 2 (m)	14
Area 2 (m ²)	0,81
Le (expansión) (m)	19
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,1299
C	0,0377
B + C	0,1676
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,0377*Q²



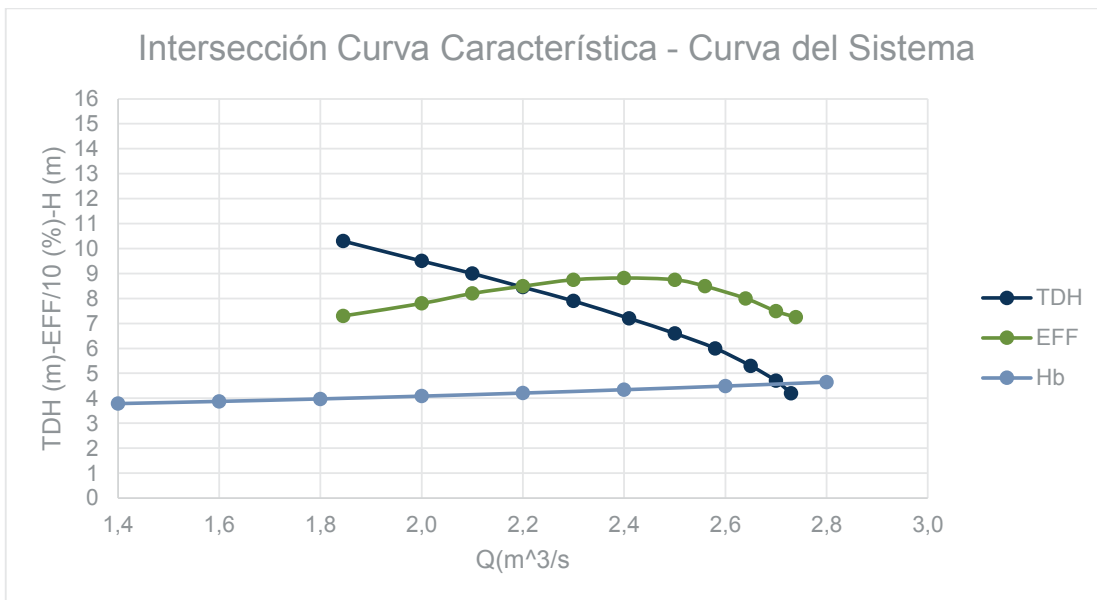
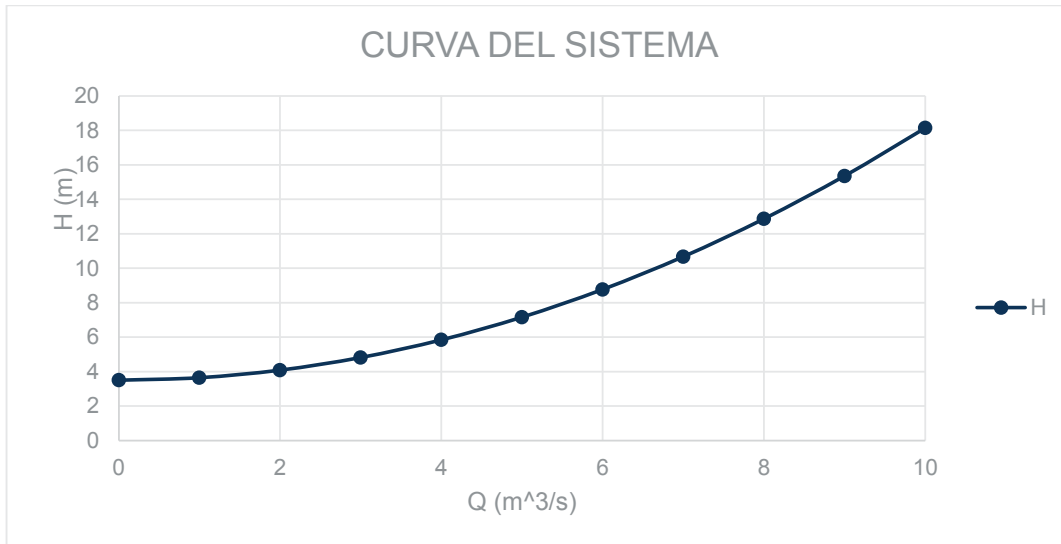
PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m^3/s)	2,7
Hb (m)	4,75
Eficiencia (%)	75%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	230
POTENCIA MOTOR (HP)	309

CAMARONERA "D"-DELTA DELFINI 36" (2)

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	1,83
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000284339
Reynolds 1	1783016
f1	0,015209851
Longitud 1 (m)	8
Area 1 (m ²)	0,66
Le (codo 90°) (m)	53
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	40
Diámetro de descarga (m)	1,016
Velocidad 2 (m/s)	1,48
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000255906
Reynolds 2	1604715
f2	0,014970782
Longitud 2 (m)	4
Area 2 (m ²)	0,81
Le (expansión) (m)	19

ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,1200
C	0,0263
B + C	0,1464
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,1464*Q²

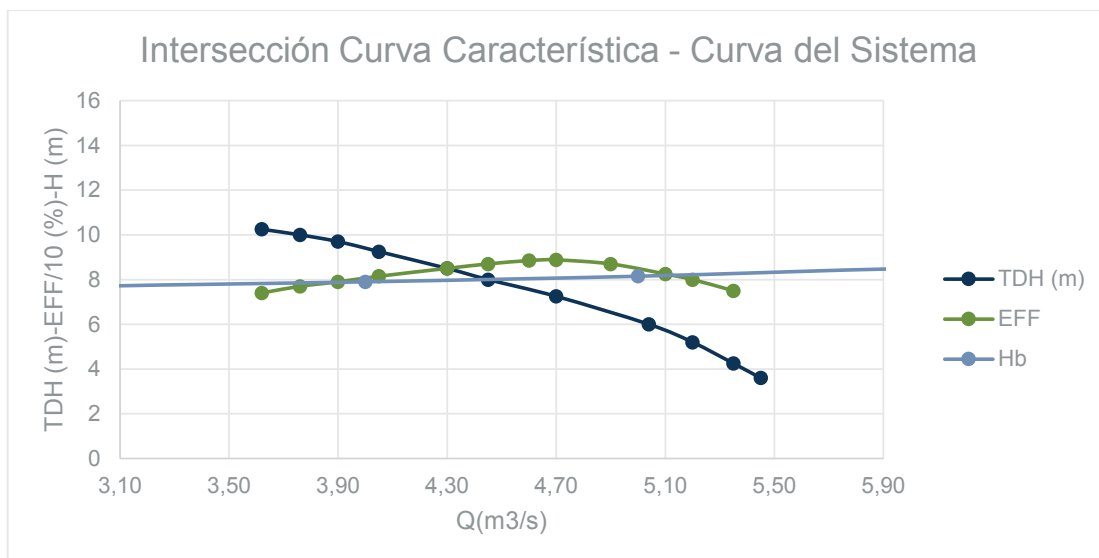
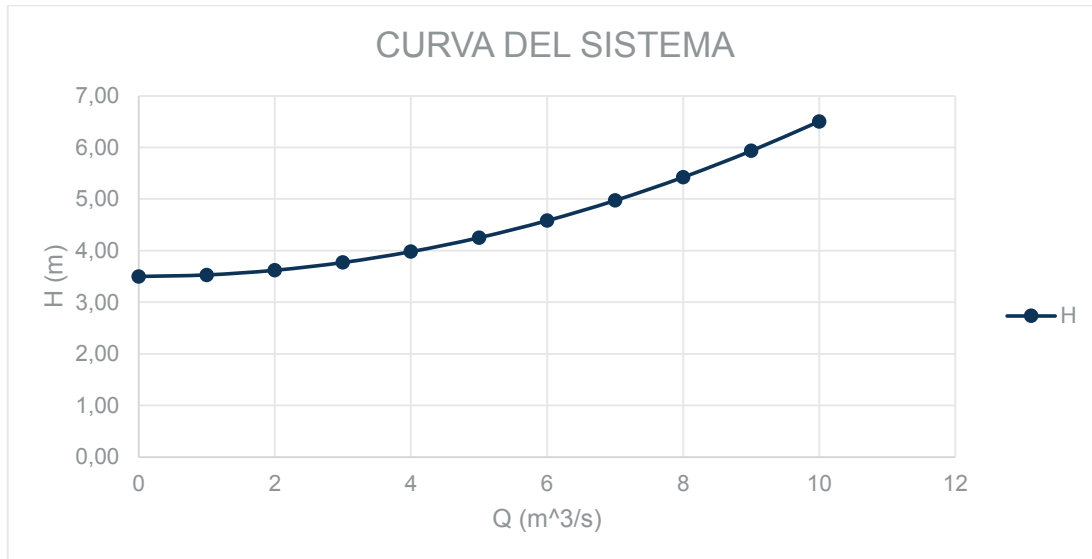


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m³/s)	2,71
Hb (m)	4,5
Eficiencia (%)	75%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	219
POTENCIA MOTOR (HP)	294

CAMARONERA "D"-DELTA DELFINI 50"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1023,3873
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	50
Diámetro de succión (m)	1,27
Velocidad 1 (m/s)	3,95
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000204724
Reynolds 1	5349049
f1	0,013992115
Longitud 1 (m)	6
Area 1 (m ²)	1,27
Le (expansión) (m)	79
DESCARGA (C)	
Area ducto cajón descarga (m ²)	3,36
Perímetro de ducto cajón (m)	5,2
Diámetro equivalente (m)	2,6
Velocidad 2 (m/s)	1,49
Material de la Tubería	Concreto
ξ (rugosidad) (mm)	0,0003
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000116071
Reynolds 2	4104184
f2	0,012776401
Longitud 2 (m)	12
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0298
C	0,0003
B + C	0,0300
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,03*Q²

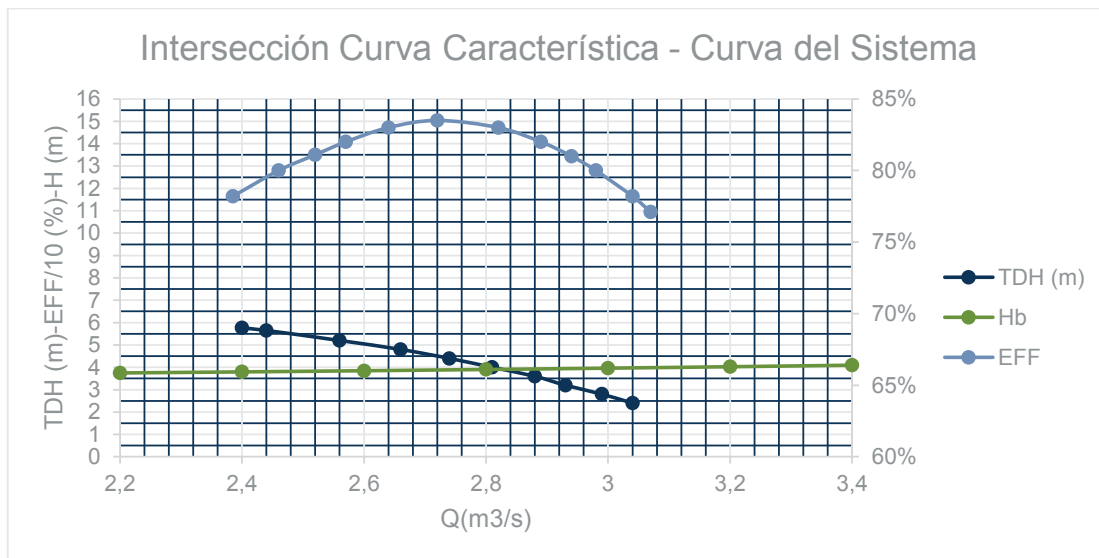
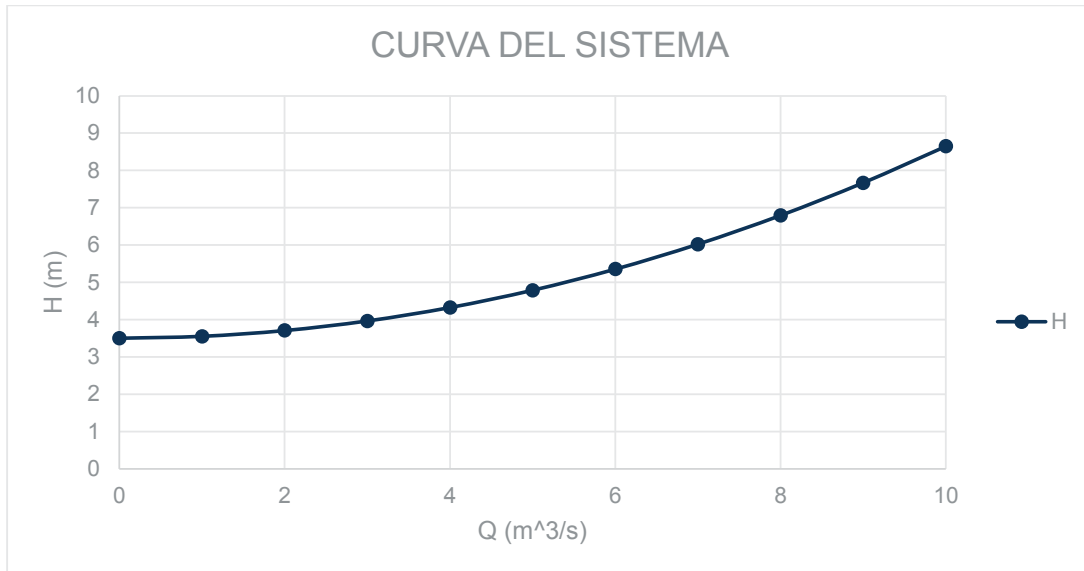


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m³/s)	5,38
Hb (m)	4
Eficiencia (%)	72%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	402
POTENCIA MOTOR (HP)	534

CAMARONERA "D"-ETEC 36"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	40
Diámetro de succión (m)	1,016
Velocidad 1 (m/s)	3,08
Material de la Tubería	HDPE
ξ (rugosidad) (mm)	0,001524
ξ/D (rugosidad relativa)	0,0000015
Reynolds 1	3343156
f1	0,009557009
Longitud 1 (m)	20
Area 1 (m ²)	0,81
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	36
Diámetro de descarga (m)	0,9144
Velocidad 2 (m/s)	3,81
Material de la Tubería	HDPE
ξ (rugosidad) (mm)	0,001524
ξ/D (rugosidad relativa)	1,66667E-06
Reynolds 2	1604715
f2	0,009493585
Longitud 2 (m)	10
Area 2 (m ²)	0,66
Le (expansión) (m)	20
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0146
C	0,0368
B + C	0,0515
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,0515*Q²

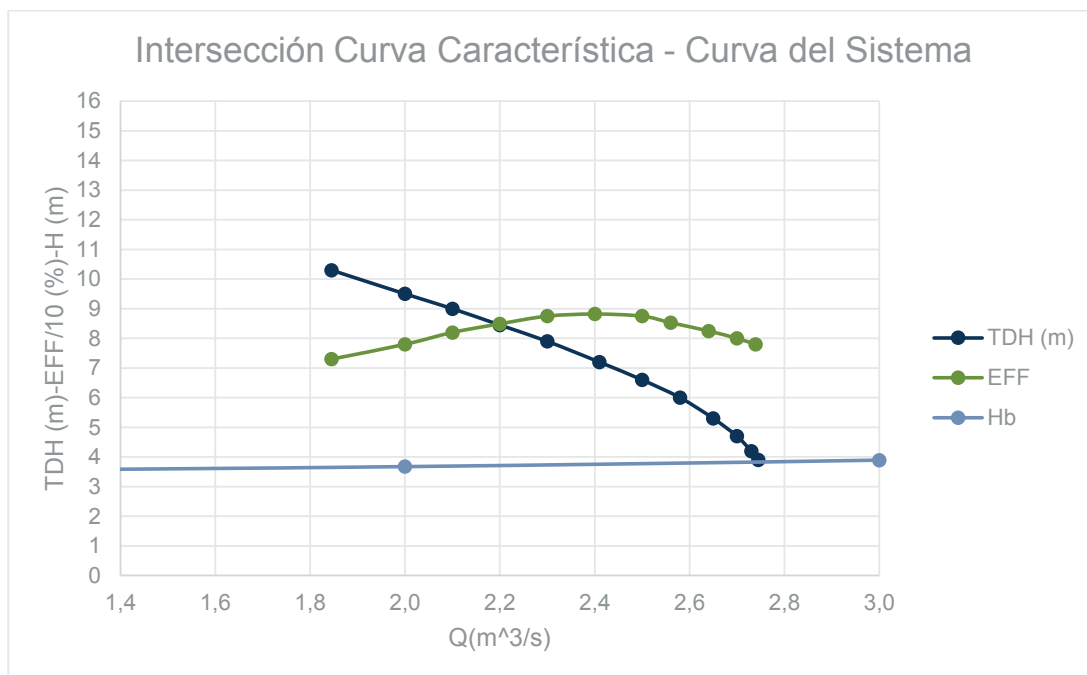
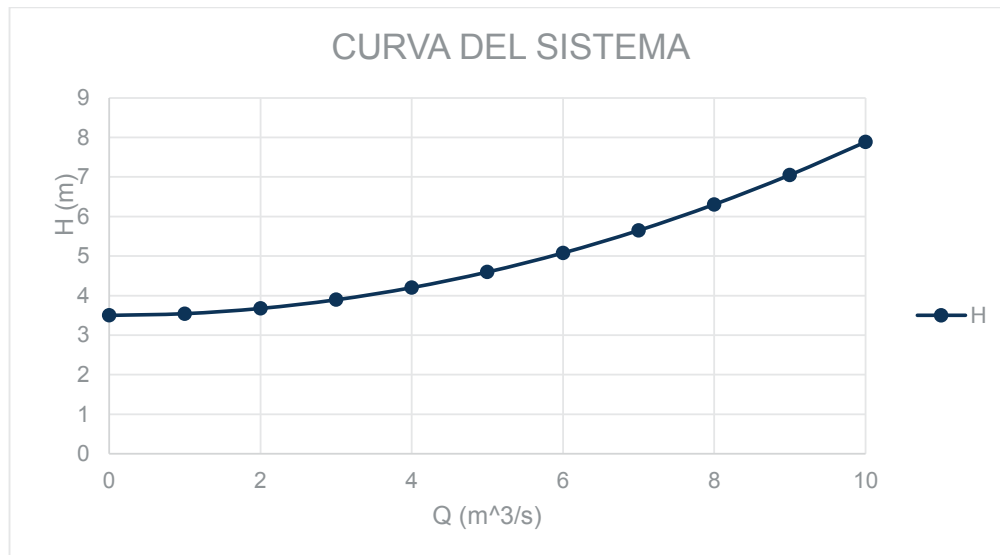


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m ³ /s)	2,81
Hb (m)	4
Eficiencia (%)	84%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	180
POTENCIA MOTOR (HP)	242

CAMARONERA "D"-MACHALEÑA 36"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	3,5
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	1,52
Material de la Tubería	Cast Iron
ξ (rugosidad) (mm)	0,26
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000284339
Reynolds 1	1485847
f1	0,015292067
Longitud 1 (m)	4
Area 1 (m ²)	0,66
Le (codo 45°) (m)	18
DESCARGA (C)	
Area ducto cajón descarga (m ²)	3,36
Perímetro de ducto cajón (m)	5,2
Diámetro equivalente (m)	2,6
Velocidad 2 (m/s)	0,30
Material de la Tubería	Concreto
ξ (rugosidad) (mm)	0,0003
ξ/D (rugosidad relativa)	0,000116071
Reynolds 2	820837
f2	0,013956347
Longitud 2 (m)	12
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0435
C	0,0003
B + C	0,0438
Z2	3,5
Ecuación	H_b = 3,5 + 0,0438*Q²

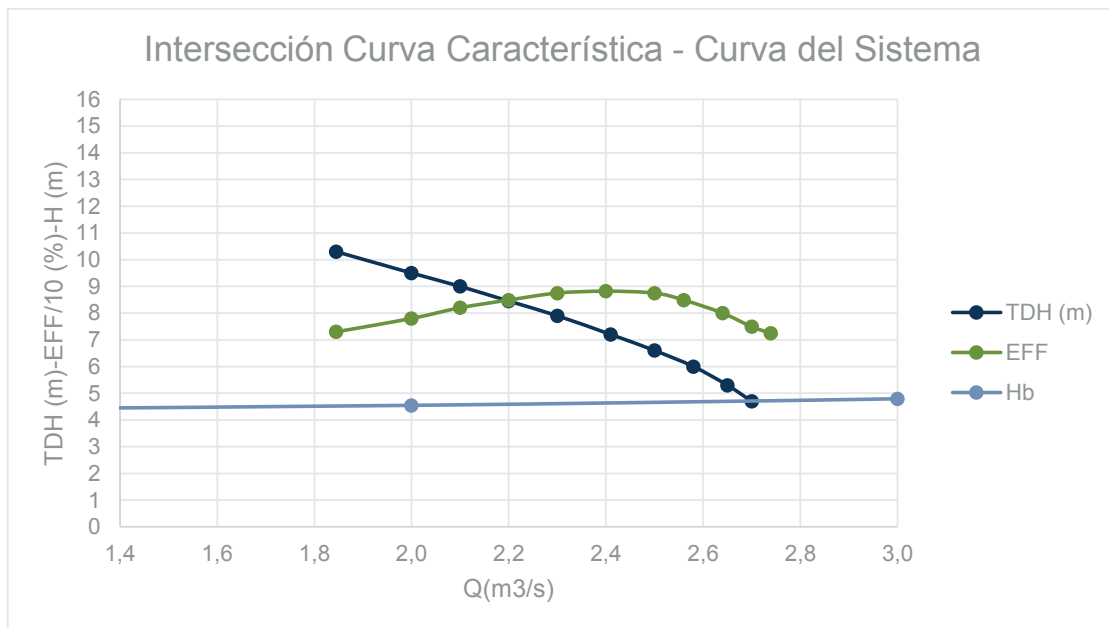
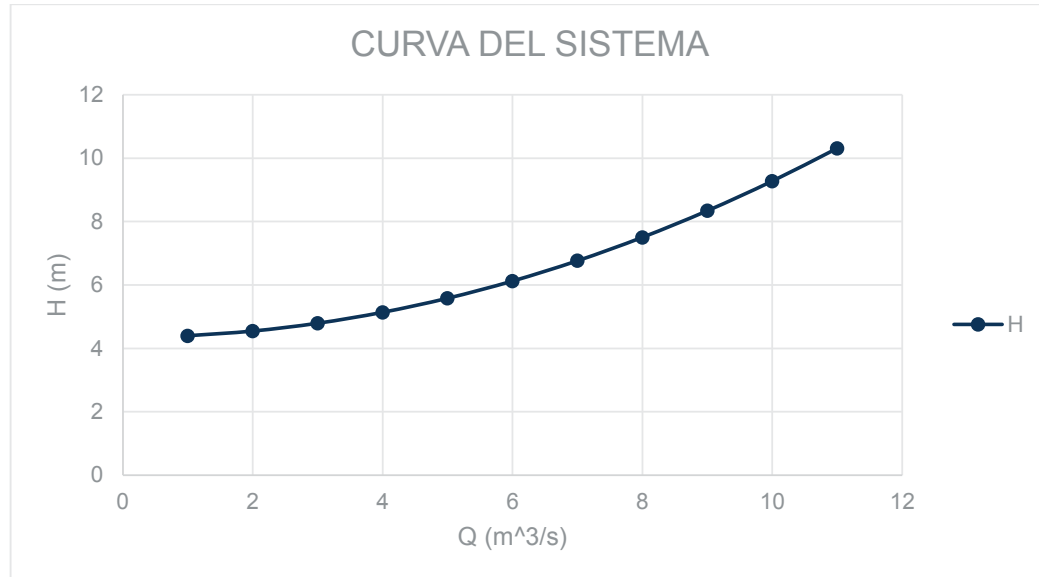


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m^3/s)	2,75
Hb (m)	3,9
Eficiencia (%)	80%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	180
POTENCIA MOTOR (HP)	241

CAMARONERA “E”-DELTA DELFINI 36” (1)

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	4,35
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	2,28
Material de la Tubería	Asbesto Cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 1	2228770
f1	0,012286919
Longitud 1 (m)	16
Area 1 (m ²)	0,656692893
Le (codo 45°) (m)	15
DESCARGA (C)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	2,28
Material de la Tubería	Asbesto Cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 1	2228770
f1	0,012286919
Longitud 1 (m)	16
Area 1 (m ²)	0,656692893
Le (codo 45°) (m)	15
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0493
C	0,0493
B + C	0,0986
Z2	4,35
Ecuación	H_b = 4,35 + 0,0986*Q²



PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m ³ /s)	2,67
Hb (m)	5
Eficiencia (%)	79%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	227
POTENCIA MOTOR (HP)	266

CAMARONERA "E"-DELTA DELFINI 36" (2)

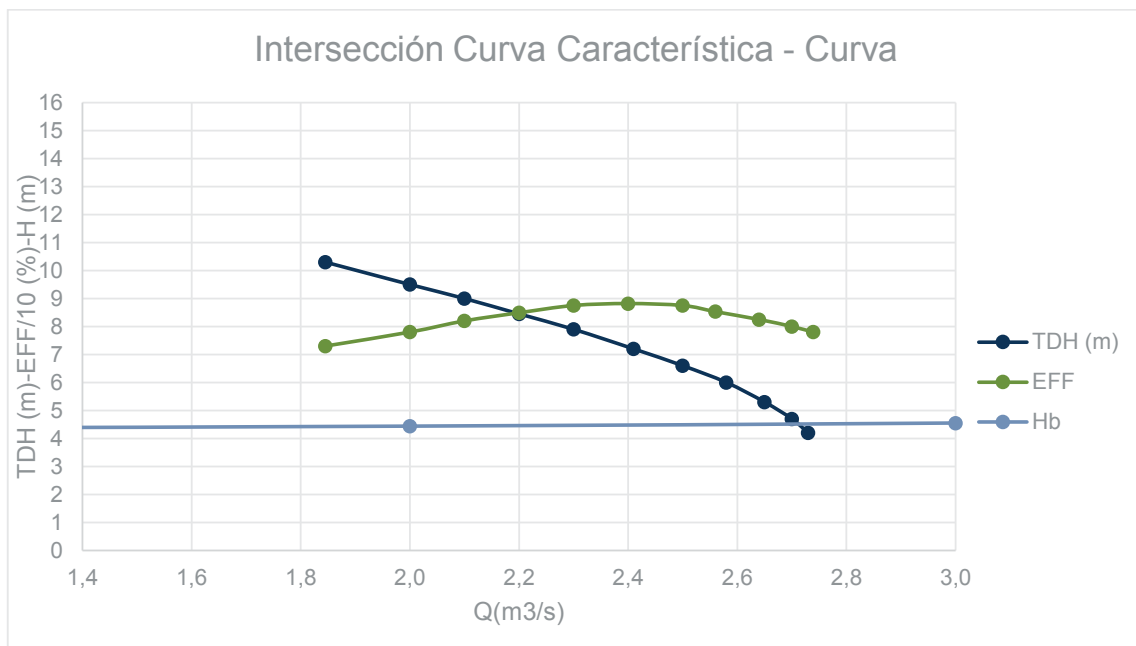
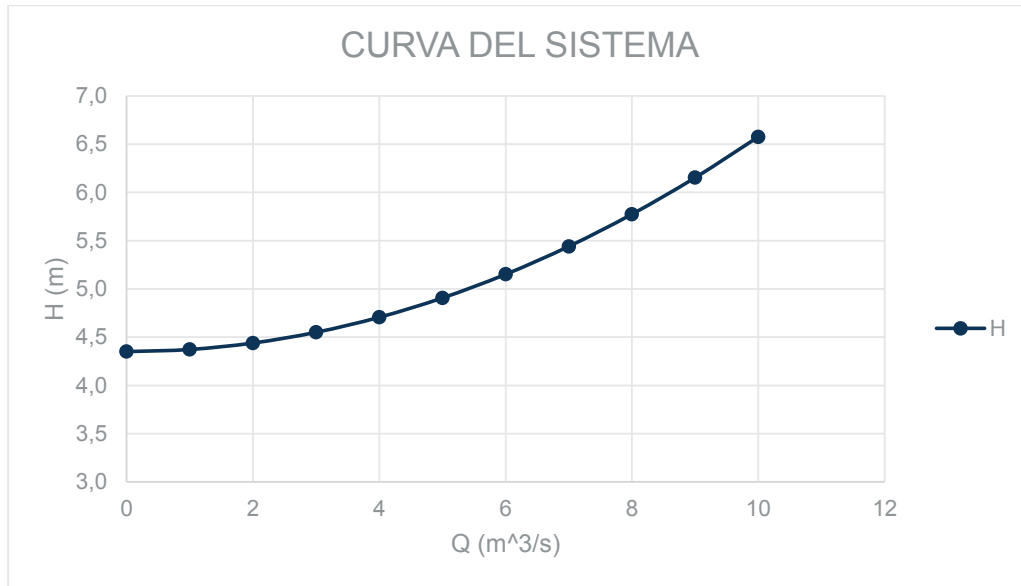
DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	4,35
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	3,96
Material de la Tubería	Asbesto Cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 1	3863202
f1	0,011946528
Longitud 1 (m)	16
Area 1 (m ²)	0,656692893
Le (codo 45°) (m)	15
DESCARGA (C)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	3,96
Material de la Tubería	Asbesto Cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 1	3863202
f1	0,011946528
Longitud 1 (m)	16
Area 1 (m ²)	0,656692893
Le (codo 45°) (m)	15

ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0479
C	0,0479
B + C	0,0958
Z2	4,35
Ecuación	H_b = 4,35 + 0,0958*Q²

CAMARONERA "E"-NACIONAL 36"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	4,35
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	2,28
Material de la Tubería	Asbesto Cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 1	2228770
f1	0,012286919
Longitud 1 (m)	14
Area 1 (m ²)	0,656692893
DESCARGA (C)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	2,28
Material de la Tubería	Asbesto Cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 1	2228770
f1	0,012286919
Longitud 1 (m)	14
Area 1 (m ²)	0,656692893

ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0223
C	0,0223
B + C	0,0445
Z2	4,35
Ecuación	H_b = 4,35 + 0,0445*Q²

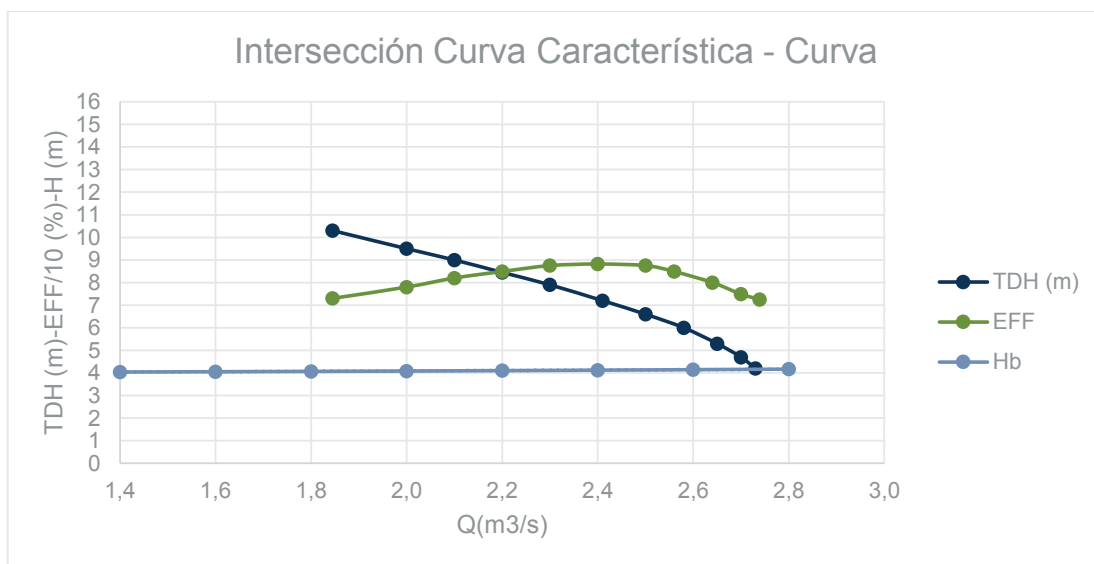
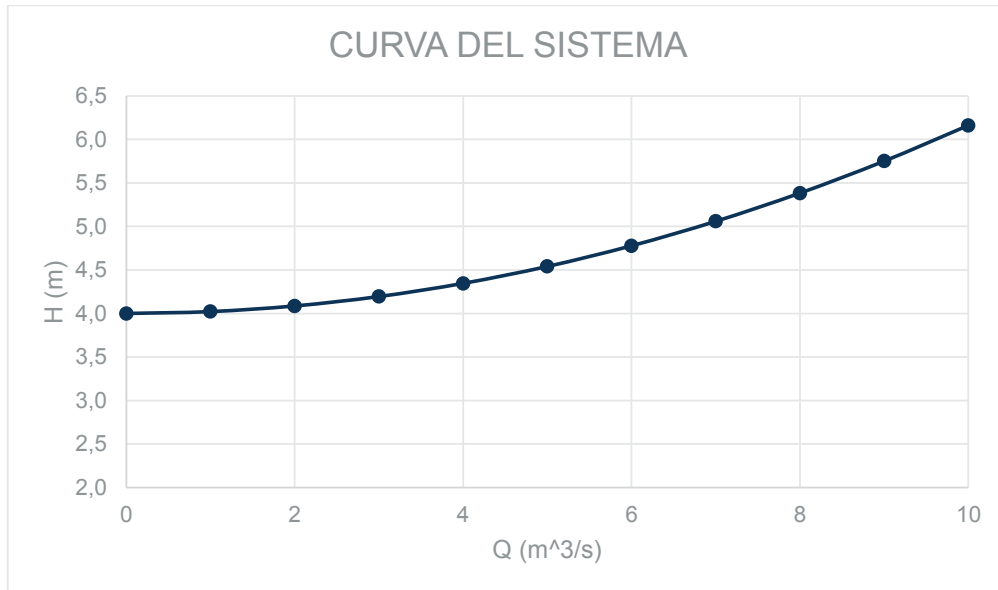


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m ³ /s)	2,69
Hb (m)	4,6
Eficiencia (%)	81%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	205
POTENCIA MOTOR (HP)	235

CAMARONERA "F"-DELTA DELFINI 36" (2)

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	4
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	4,11
Material de la Tubería	asbesto cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 1	4011787
f1	0,011928101
Longitud 1 (m)	14
Area 1 (m ²)	0,656692893
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	36
Diámetro de descarga (m)	0,9144
Velocidad 2 (m/s)	4,11
Material de la Tubería	asbesto cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 2	4011787
f2	0,011928101
Longitud 2 (m)	14
Area 2 (m ²)	0,656692893
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0216
C	0,0216
B + C	0,0432
Z2	4
Ecuación	H_b = 4 + 0,0432*Q²

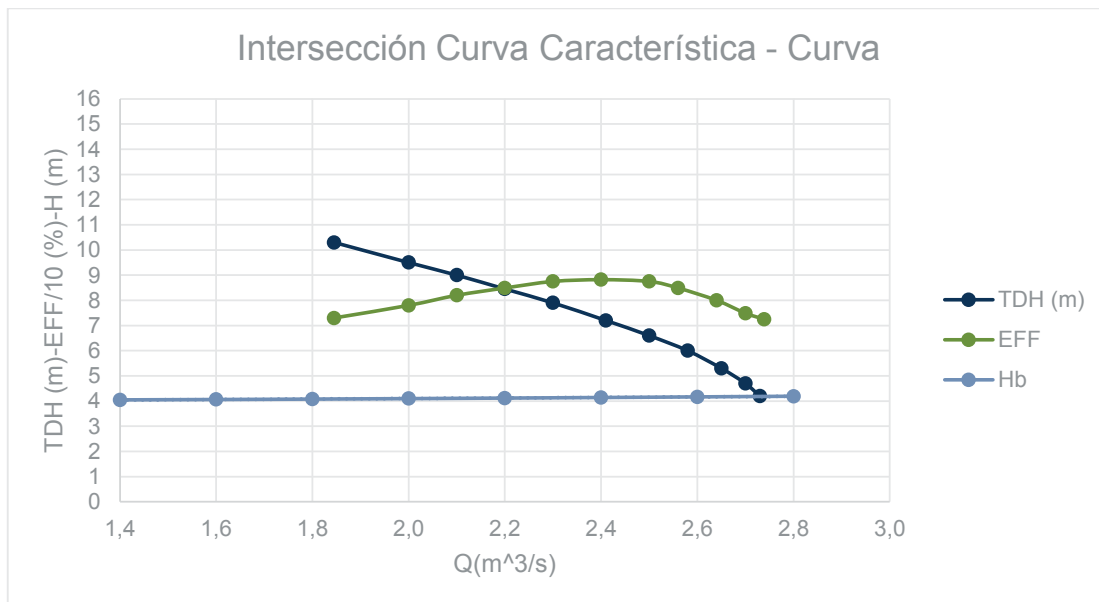
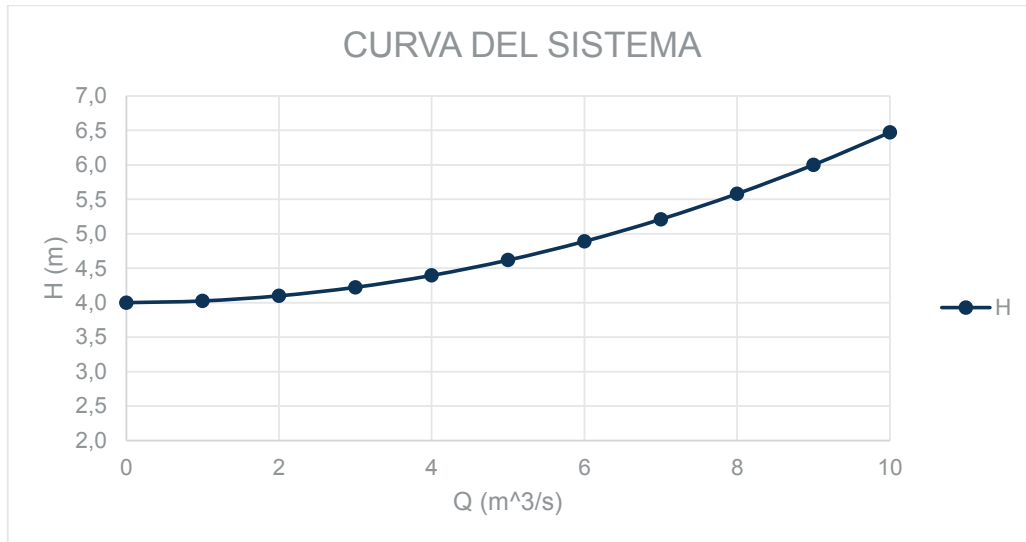


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m³/s)	2,7
Hb (m)	4,3
Eficiencia (%)	76%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	205
POTENCIA MOTOR (HP)	235

CAMARONERA "F"-DELTA DELFINI 36"

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	4
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	4,11
Material de la Tubería	asbesto cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 1	4011787
f1	0,011928101
Longitud 1 (m)	16
Area 1 (m ²)	0,656692893
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	36
Diámetro de descarga (m)	0,9144
Velocidad 2 (m/s)	4,11
Material de la Tubería	asbesto cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 2	4011787
f2	0,011928101
Longitud 2 (m)	16
Area 2 (m ²)	0,656692893
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0247
C	0,0247
B + C	0,0494
Z2	4
Ecuación	$H_b = 4 + 0,0494 \cdot Q^2$

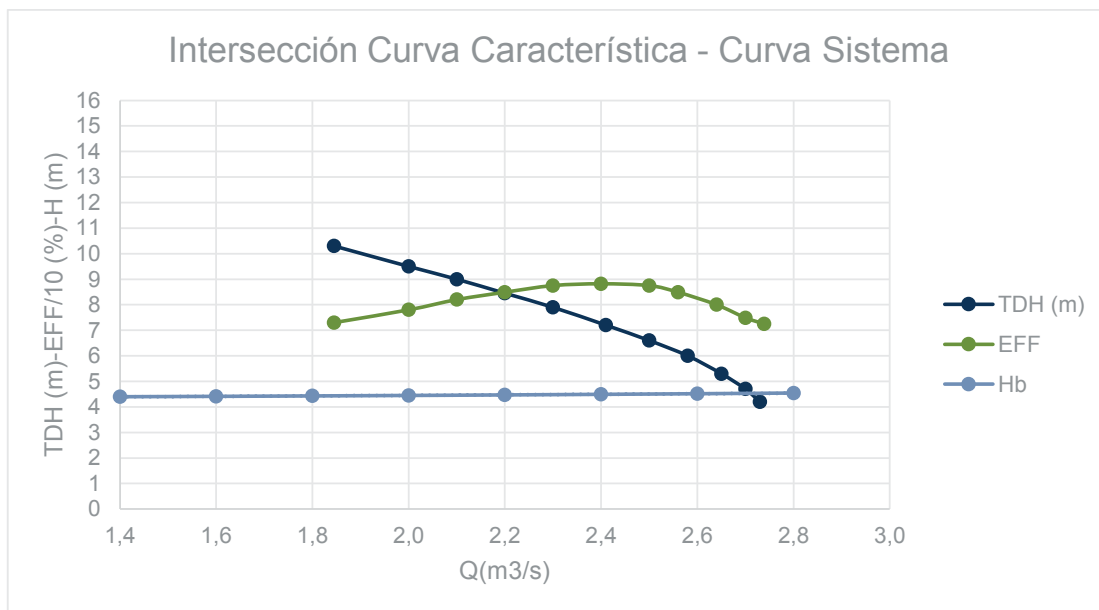
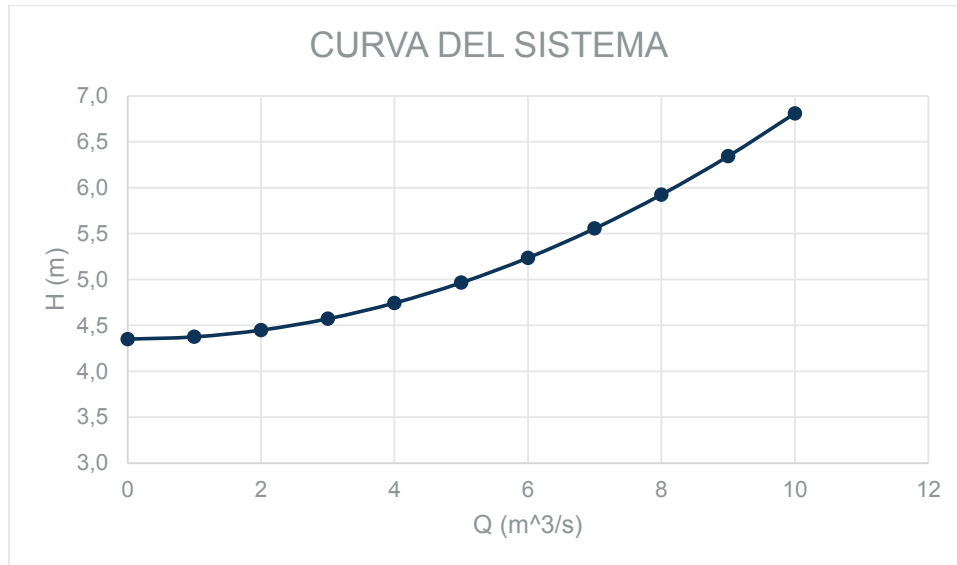


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m^3/s)	2,7
Hb (m)	4,4
Eficiencia (%)	74%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	215
POTENCIA MOTOR (HP)	250

CAMARONERA "G"-DELTA DELFINI 36" (1)

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	4,35
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	4,57
Material de la Tubería	asbesto cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 1	4457541
f1	0,011879558
Longitud 1 (m)	16
Area 1 (m ²)	0,656692893
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	36
Diámetro de descarga (m)	0,9144
Velocidad 2 (m/s)	4,57
Material de la Tubería	asbesto cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 2	4457541
f2	0,011879558
Longitud 2 (m)	16
Area 2 (m ²)	0,656692893
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0246
C	0,0246
B + C	0,0492
Z2	4,35
Ecuación	H_b = 4 + 0,0492*Q²

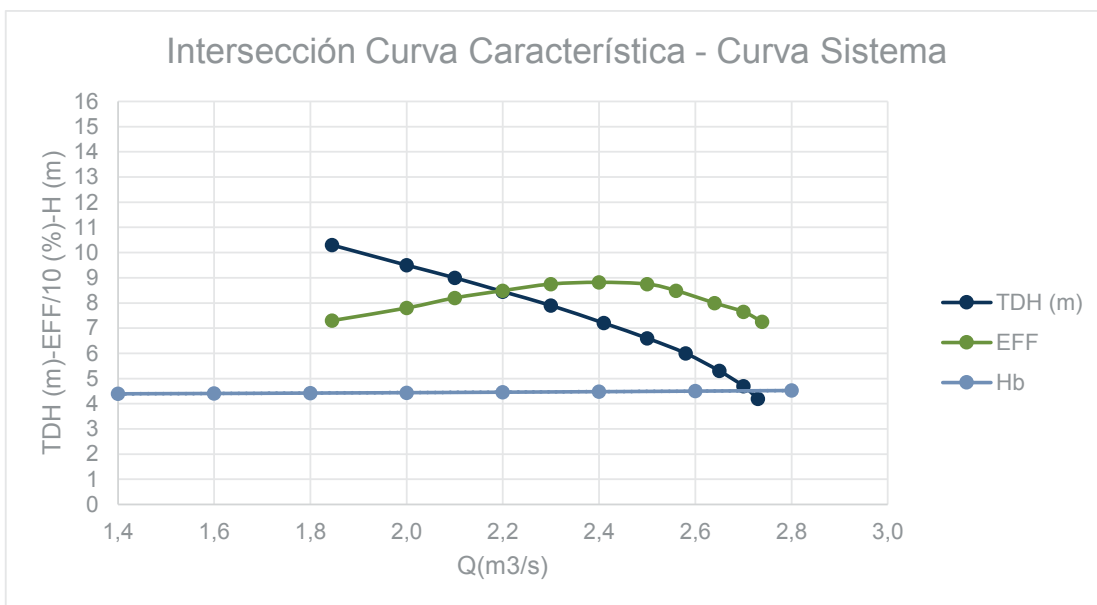
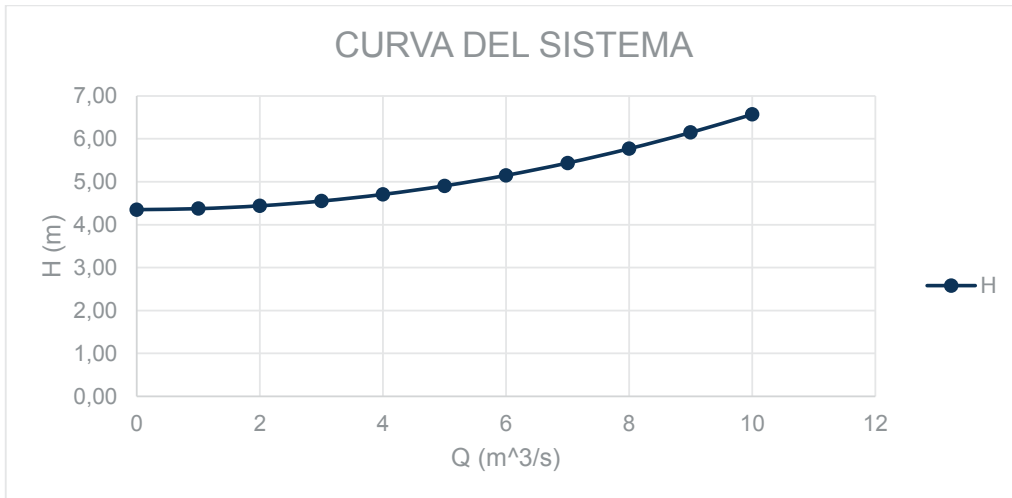


PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m ³ /s)	2,7
Hb (m)	4,7
Eficiencia (%)	75%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	228
POTENCIA MOTOR (HP)	275

CAMARONERA "G"-DELTA DELFINI 36" (2)

DATOS	
T (°C)	25
Gravedad (m/s ²)	9,8
Z1 (m)	0
Z2 (m)	4,35
ρ (densidad agua de mar) (kg/m ³)	1.023
μ (viscosidad dinámica agua de mar) (kg/ms)	0,000959047
ν (viscosidad cinemática) (m ² /s)	9,3713E-07
SUCCIÓN (B)	
Diámetro de succión (pulg)	36
Diámetro de succión (m)	0,9144
Velocidad 1 (m/s)	2,44
Material de la Tubería	asbesto cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 1	2377355
f1	0,012239299
Longitud 1 (m)	14
Area 1 (m ²)	0,656692893
DESCARGA (C)	
Diámetro de descarga (pulg)	36
Diámetro de descarga (m)	0,9144
Velocidad 2 (m/s)	2,44
Material de la Tubería	asbesto cemento
ξ (rugosidad) (mm)	0,07
ξ/D (rugosidad relativa)	7,65529E-05
Reynolds 2	2377355
f2	0,012239299
Longitud 2 (m)	14
Area 2 (m ²)	0,656692893
ECUACIÓN DEL SISTEMA	
B	0,0222
C	0,0222
B + C	0,0443
Z2	4,35
Ecuación	H_b = 4 + 0,0443*Q²



PUNTO DE OPERACIÓN	
Q operación (m^3/s)	2,7
Hb (m)	4,5
Eficiencia (%)	77%

RESULTADOS	
POTENCIA BOMBA (HP)	214
POTENCIA MOTOR (HP)	244

ANEXO 5

CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS

DELTA DELFINI 36"



DELFINI & CIA. S.A.
DELTA

PUMP BOWL OPERATING CURVES OCT-2011

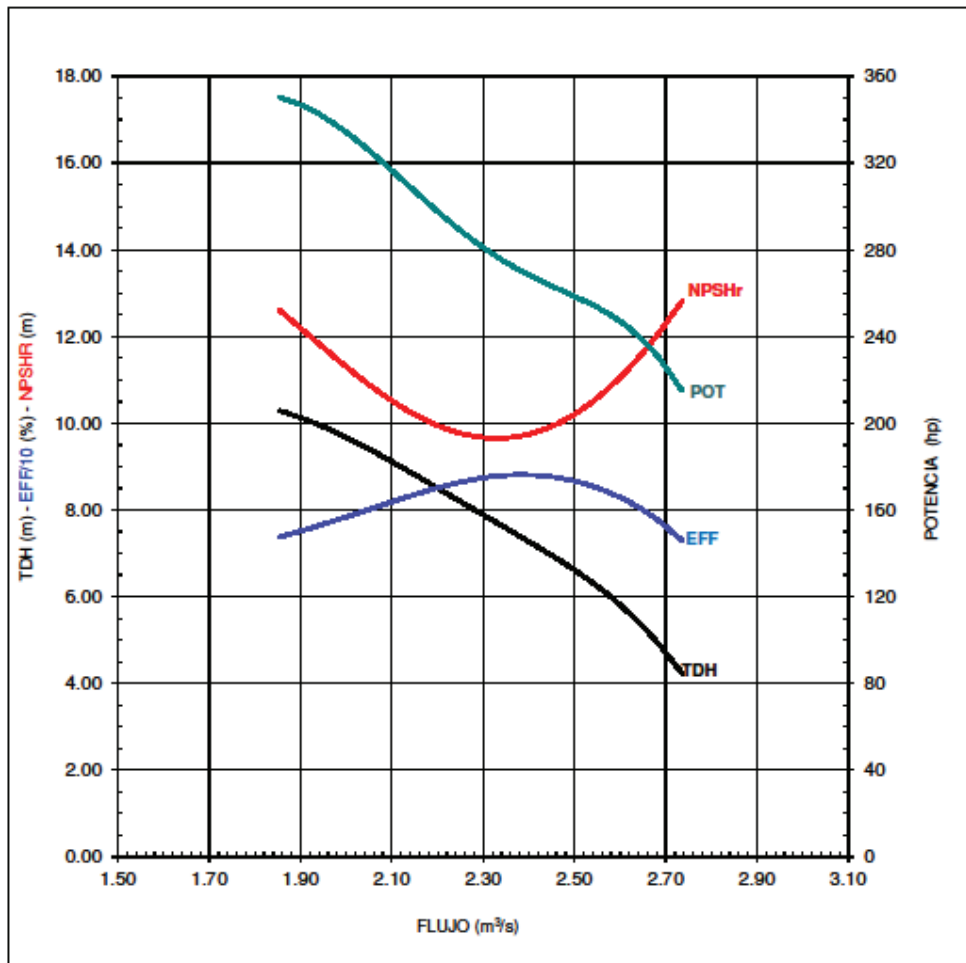
MODELO BOMBA :
DIAMETRO DE BOMBA :
DIAMETRO DEL IMPULSOR : 800 mm
VELOCIDAD : 600 RPM
GRAVEDAD ESPECIFICA : 1.030
PROYECTO :

BOMBA FLUJO AXIAL 36"

Puntos de operación	
0.000	Caudal (m ³ /s)
0.000	TDH (m)
0.000	Caudal (m ³ /s)
0.000	TDH (m)

Ft= 1.00

13-mar-17



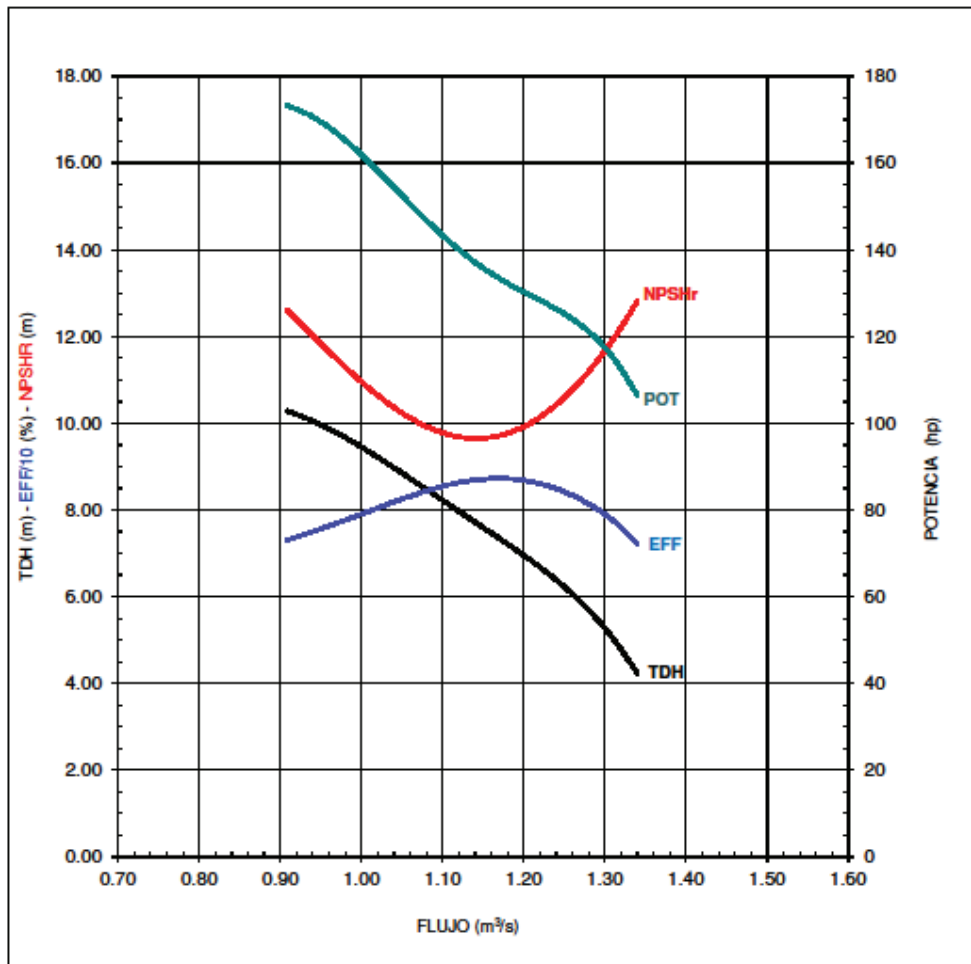
DELTA DELFINI 24''



DELFINI & CIA. S.A.
DELTA

PUMP BOWL OPERATING CURVES OCT-2011

MODELO BOMBA	:	000-1		BOMBA FLUJO AXIAL 24"		
DIAMETRO DE BOMBA	:	650		Puntos de operación		Ft= 1.00
DIAMETRO DEL IMPULSOR	:	560	mm	0.000	Caudal (m3/s)	
VELOCIDAD	:	857	RPM	0.000	TDH (m)	
GRAVEDAD ESPECIFICA	:	1.030		0.000	Caudal (m3/s)	
PROYECTO	:			0.000	TDH (m)	13-mar-17



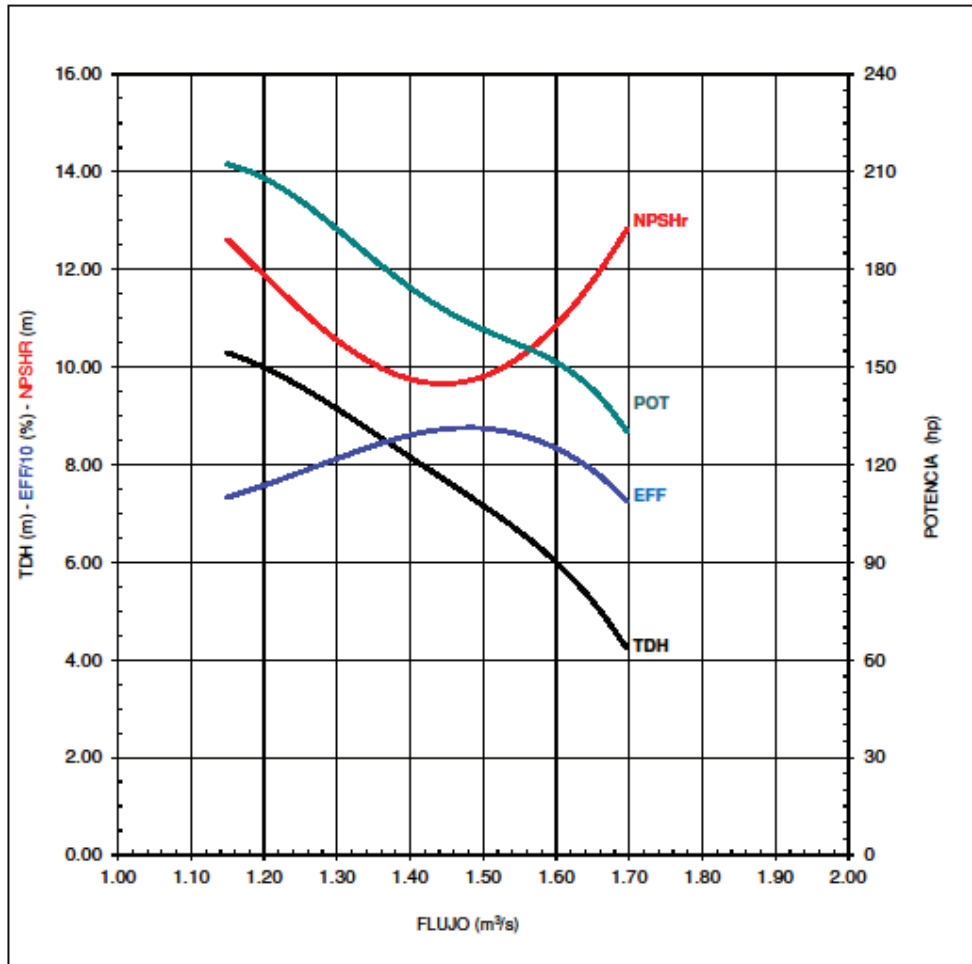
DELTA DELFINI 28''



DELFINI & CIA. S.A.
DELTA

PUMP BOWL OPERATING CURVES OCT-2011

MODELO BOMBA	:	000-1		BOMBA AXIAL 28"		
DIAMETRO DE BOMBA	:	716		Puntos de operación		Ft= 1.00
DIAMETRO DEL IMPULSOR	:	630	mm	0.000	Caudal (m3/s)	
VELOCIDAD	:	762	RPM	0.000	TDH (m)	
GRAVEDAD ESPECIFICA	:	1.000		0.000	Caudal (m3/s)	
PROYECTO	:			0.000	TDH (m)	04-abr-17



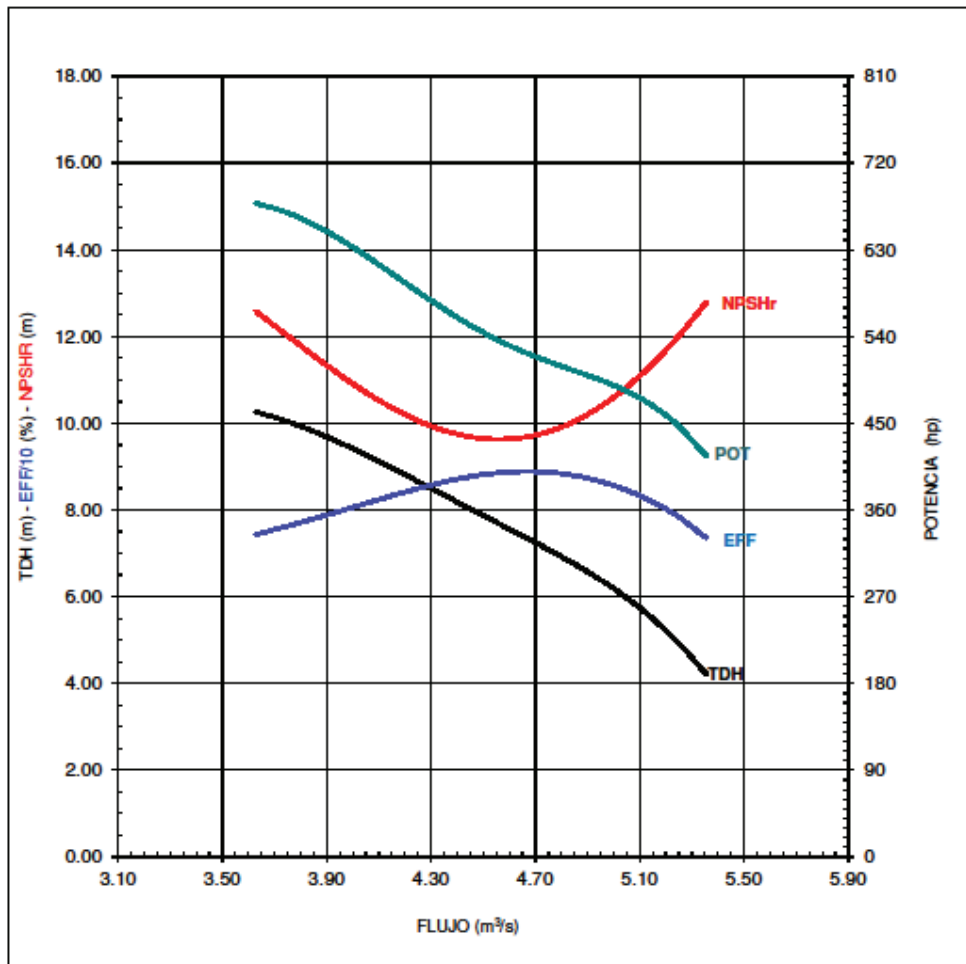
DELTA DELFINI 50"



DELFINI & CIA. S.A.
DELTA

PUMP BOWL OPERATING CURVES OCT-2011

MODELO BOMBA	:	000-1		BOMBA FLUJO AXIAL 50"		
DIAMETRO DE BOMBA	:	1156		Puntos de operación		Ft= 1.00
DIAMETRO DEL IMPULSOR	:	1120	mm	0.000	Caudal (m3/s)	
VELOCIDAD	:	428	RPM	0.000	TDH (m)	
GRAVEDAD ESPECIFICA	:	1.030		0.000	Caudal (m3/s)	
PROYECTO	:			0.000	TDH (m)	13-mar-17



Etec 36"



BOMBA DE FLUJO AXIAL FLOTANTE

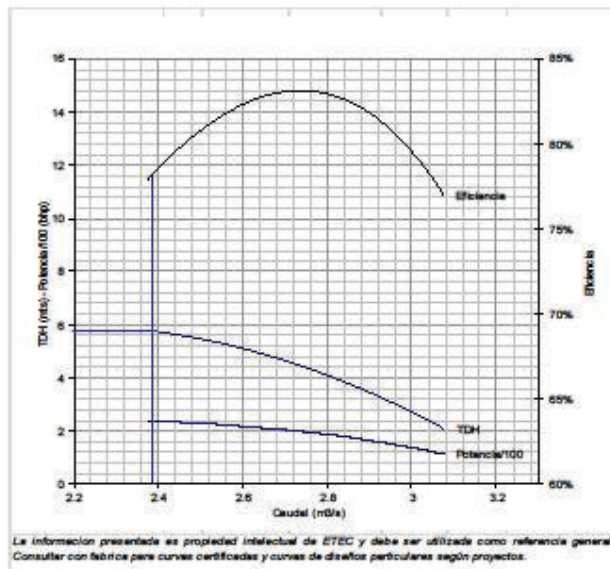
Información General

Modelo	BF36VL-MS
Diámetro del impulsor (in)	36
Tipo de motor	DIESEL

Características de operación

Caudal máximo (m ³ /s)	2.98
Cabeza dinámica máxima (m)	5.76
Potencia máxima demandada (Hp)	238.10

Curva de operación



ETEC 48''



BOMBA FLOTANTE TIPO CONTENEDOR



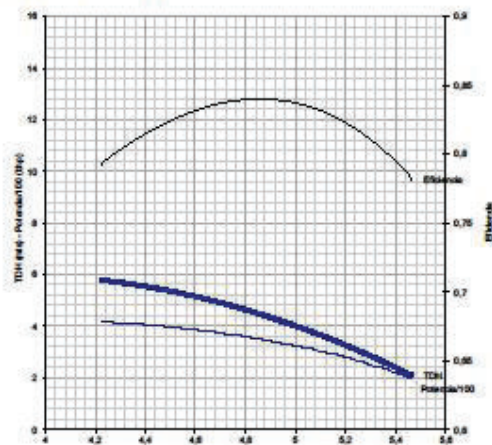
Información General

Modelo	BF V3 - 48MS
Diámetro del impulsor (in)	48
Tipo de motor	DIESEL

Características de operación

Caudal máximo (m ³ /s)	5.7
Cabeza dinámica máxima (m)	5.81
Potencia máxima demandada (Hp)	419

Curva de operación



Bomba (in):	48
No. Aspas:	3
Velocidad (rpm):	360
Tipo de Impulsor:	1200-3-48M

La información presentada es propiedad intelectual de ETEC y debe ser utilizada como referencia general. Consultar con fábrica para curvas certificadas y curvas de diseños particulares según proyectos.

ANEXO 6

HOJAS TÉCNICAS DE MOTORES (POTENCIAS CALCULADAS)

MOTOR INDUSTRIAL 315 HP



SCANIA INDUSTRIAL ENGINES

DC09 077A. 232 kW (315 hp)

EU Stage IIIB



The industrial engines from Scania are based on a robust design with a strength optimised cylinder block containing wet cylinder liners that can easily be exchanged. Individual cylinder heads with 4 valves per cylinder promotes reparability and fuel economy.

The engine is equipped with a Scania developed Engine Management System, EMS, in order to ensure the control of all aspects related to engine performance. The injection system is Scania's XPI (Extra High Pressure Injection), a common rail system that in combination with SCR (Selective Catalytic Reduction) gives low exhaust emissions with good fuel economy and a high torque. The engine can be fitted with many accessories such as air cleaners, silencers, PTOs and flywheels in order to suit a variety of installations.

	Rating	Engine speed (rpm)			
		1200	1500	1800	2100
Gross power (kW)	ICFN	215	232	232	232
Gross power (hp)	ICFN	292	315	315	315
Gross torque (Nm)	ICFN	1711	1477	1231	1055
Spec. fuel consumption, full load (g/kWh)		194	195	204	220
Spec. fuel consumption, 3/4 load (g/kWh)		192	195	206	227
Spec. fuel consumption, 1/2 load (g/kWh)		196	202	217	248
Reductant consumption, Full load (g/kWh)		29	25	20	12
Heat rejection to coolant (kW)		90	90	96	107

ICFN – Continuous service: Rated output available 1/1 h.
Unlimited h/year service time at a load factor of 100%

Standard equipment

- Scania Engine Management System, EMS
- Extra high pressure fuel injection system, XPI
- Turbocharger
- Fuel filter and extra pre-filter with water separator
- Fuel heater
- Oil filter, full flow
- Centrifugal oil cleaner
- Oil cooler, integrated in block
- Oil filler, in valve cover
- Deep front oil sump
- Oil dipstick, in block
- Magnetic drain plug for oil draining
- Starter, 1-pole 5.5 kW
- Alternator, 1-pole 100A
- Flywheel, for use with friction clutch
- Silumin flywheel housing, SAE 1 flange
- Front mounted engine brackets
- SCR system
- Open crankcase ventilation
- Operator's manual

Optional equipment

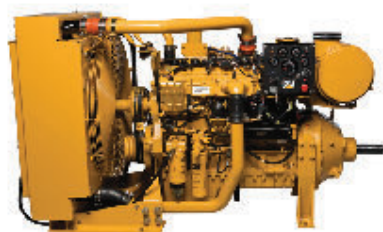
- Cooling package
- Puller and pusher fans
- Fan ring with sealing
- Hydraulic pump
- Air compressor
- AC compressor
- Side-mounted PTO
- Front-mounted PTO
- Exhaust connections
- Electrical base system
- Control and instrument panels
- Accelerator position sensor
- Engine heater
- Flywheels: SAE11.5", SAE14", DANA15/16", DANA17" flexplate, ZF WG260
- Stiff rubber engine suspension
- Air cleaner
- Closed crankcase ventilation
- Studs in flywheel housing
- External thermostat for extra oil cooler
- Low coolant level reaction
- Variable idle speed setting
- Low oil sump
- Oil level sensor

This specification may be revised without notice.

MOTOR INDUSTRIAL 225 HP



C7 ACERT™ Industrial Power Unit Tier 3/Stage IIIA 168 bkW/225 Hp al freno @ 2200 rpm



La imagen tal vez no refleje el motor real

ESPECIFICACIONES DE MOTORES CATERPILLAR

I-6, 4-Stroke-Cycle Diesel

Calibre.....	110,0 mm (4,33 pulg)
Carrera.....	127,0 mm (5,0 pulg)
Cilindrada.....	7,2 L (442 pulg ³)
Aspiración.....	Turbocompresión/ATAAC
Relación de compresión.....	17:1
Rotación (desde el extremo del volante).....	Hacia la izquierda
Sistema de aceite lubricante (llenado).....	28 L (7,4 gal EE.UU.)
Peso, seco neto (aproximado kg, lb).....	588 kg (1.296 lb)

FUNCIONES

Emisiones

Cumple con las normas de emisiones Tier 3/Stage IIIA, Tier 3 se refiere a las normas EPA (EE.UU.). Stage IIIA se refiere a las normas europeas.

Capacidad de proveedores mundial

Caterpillar
- Fabrica las piezas de fundición de bloques de motor y culatas
- Maquina los componentes críticos
- Arma todo el motor
- Los sistemas diseñados en fábrica se producen en instalaciones con certificación ISO 9001:2000
- Ser el encargado de estos procesos de fabricación le permite a Caterpillar fabricar un producto fiable y de alta calidad.

Pruebas

La prueba de prototipo de cada modelo:
- Prueba el diseño por computadora
- Verifica la resistencia del sistema a la torsión
- Prueba la funcionalidad de cada modelo

Cada motor Caterpillar se prueba con dinamómetro en condiciones de carga plena para garantizar el rendimiento apropiado del motor.

Gama completa de accesorios

Amplia gama de accesorios de expansión de sistemas empernables, diseñados y probados en fábrica.

Respaldo al producto inigualable a través de la red mundial de distribuidores Caterpillar

Más de 1.500 tiendas de distribuidores
Técnicos del distribuidor, capacitados en instalaciones de Caterpillar, proporcionan servicio a cada aspecto de su motor industrial
99,7% de los pedidos de piezas se despachan máximo en 24 horas en todo el mundo
Garantía de piezas y mano de obra Caterpillar
Convenios de mantenimiento preventivo disponibles para opciones de reparación antes de la falla

El programa de Análisis Periódico de Aceite compara su muestra de aceite con los estándares establecidos por Caterpillar para determinar:
- la condición interna de los componentes del motor
- la presencia de fluidos no deseados
- la presencia de productos derivados de la combustión

Sitio Web

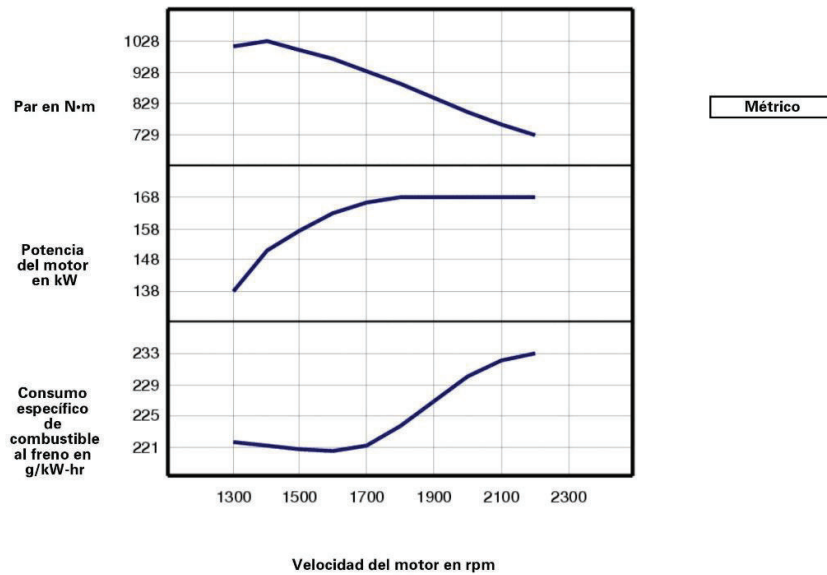
Para todos sus requisitos de potencia industrial, visite www.cat-industrial.com.



C7 ACERT™
Industrial Power Unit
 Tier 3/Stage IIIA
 168 bkW/225 Hp al freno @ 2200 rpm

CURVAS DE RENDIMIENTO

IND - B - DM8170-00



Velocidad del motor en rpm	Potencia del motor en kW	Par en N-m	Consumo específico de combustible al freno en g/kW-hr	Consumo de combustible L/hr
2200	168	729	233	46,7
2100	168	764	232,1	46,5
2000	168	802	230	46,1
1900	168	844	226,9	45,4
1800	168	891	223,6	44,8
1700	166	934	221,1	43,8
1600	163	970	220,6	42,8
1500	157	1001	220,7	41,4
1400	151	1028	221,1	39,7
1300	138	1013	221,7	36,4

MOTOR INDUSTRIAL 425 HP

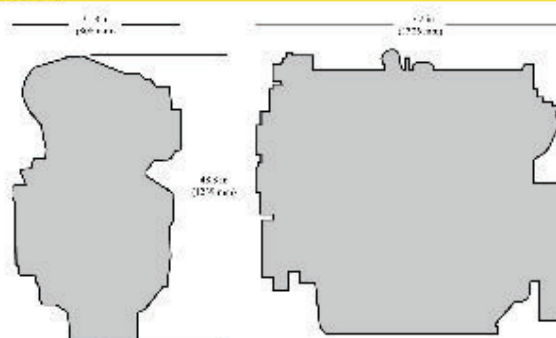
PowerTech 6125H Diesel Engine

Industrial Engine Specifications



6125H shown

Dimensions



Certifications

CARB
EPA Commercial Marine
EPA Tier 2
EU Stage II

General data

Model	6125HF070	Aspiration	Turbocharged and air-to-air aftercooled
Number of cylinders	6	Length - mm (in)	1326 (52.2)
Displacement - L (cu in)	12.5 (763)	Width - mm (in)	808 (31.8)
Bore and Stroke - mm (in)	127 x 165 (5.00 x 6.50)	Height - mm (in)	1239 (48.8)
Compression Ratio	17:1	Weight, dry - kg (lb)	1205 (2657)
Engine Type	In-line, 4-Cycle		

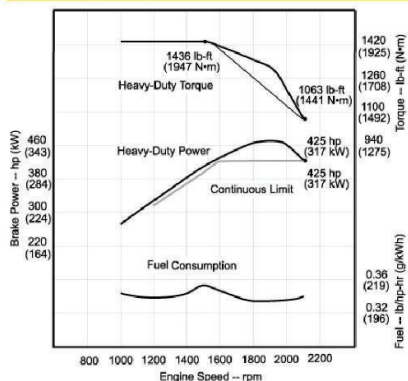
Intermittent BHP is the power rating for variable speed and load applications where full power is required intermittently.

Heavy duty - see application ratings/definitions, engine performance curves.

Continuous BHP is the power rating for applications operating under a constant load and speed for long periods of time.

Power output is within + or - 5% at standard SAE J 1995 and ISO 3046.

Performance curve



Performance data

Intermittent rated speed	317 kW (425 hp) @ 2100 rpm
Peak power	350 kW (469 hp) @ 1900 rpm
Power bulge %	10% @ 1900 rpm
Peak torque	1947 N.m (1436 ft.-lb) @ 1500 rpm
Torque rise %	35% @ 1500 rpm

Features and benefits

Articulated Two-Piece Piston

- Articulated two-piece piston uses high-strength steel crown to handle the higher horsepower

Directed Top-Liner Cooling

- Directing coolant to upper end of liner reduces liner temperatures by up to 130 degrees Fahrenheit or 72 degrees Celsius, improving power cylinder durability and head gasket life, and reducing oil consumption and emissions

Air Compressors and AC Compressors

- Factory installed air compressors and AC compressors mean a lower installed cost

Gear-Driven Auxiliary Drive

- Provides up to 80 hp (60 kW) to run optional equipment such as hydraulic pumps, air compressors, or steering pumps

John Deere Electronic Controls

- John Deere electronically controlled fuel systems monitor critical engine functions and either derates or shuts down (override capability provided) an engine to prevent costly engine repairs
- Built-in controls eliminate the need for costly add-on engine warning/shutdown systems and associated components
- Service diagnostics and error codes automatically stored for later retrieval, increasing machine uptime
- Performance connector part of engine wiring harness which allows for programming of multiple power curves and droop or isochronous governor regulation

SAE J1939 Standard Communication Link

- Industry standard, which provides an interface with vehicle systems, like the transmission, hydraulics and various accessory drives minimizing machine complexity and reducing vehicle total installed cost

Self-Adjusting, Poly-vee Accessory and Fan Drives

- Self-adjusting, eight-groove, poly-vee fan drive provides multiple fan drive ratios and fan heights that can be matched to specific application requirements
- Self adjusting, eight-groove, poly-vee accessory drive for alternator and air conditioning compressor
- Poly-vee design provides more than twice the capacity of comparable vee-belts

Optional Rear PTO

- Rear PTO is an integral part of the flywheel housing and provides a means for driving medium/large hydraulic pump(s), and air compressors
- Available in SAE #1 or SAE #2 flywheel-housing configuration for dry applications
- 1.3:1 output ratio allows the use of smaller, higher speed hydraulic pumps
- Gear train, pump drives, and flanged output drive are capable of up to 300hp/224kW (750 ft.-lbs/1017 N.m torque) on an intermittent basis
- Right-hand side pad standard with optional left-hand side pad
- Standard SAE "C" and optional "B", "D" mounting pads and flange output drives

John Deere Power Systems
3801 W. Ridgeway Ave.
PO Box 5100
Waterloo, IA 50704-5100
Phone: 1-800-533-6446
Fax: 319.292.5075

John Deere Power Systems
Usine de Saran
La Foulonnerie - B.P. 11.13
45401 Fleury les Aubrais Cedex
France
Phone: 33.2.38.82.61.19
Fax: 33.2.38.82.60.00

All values at rated speed and power with standard options unless otherwise noted. Specifications and design subject to change without notice.

Litho in U.S.A. (12-01) © 2012 JOHN DEERE

MOTOR INDUSTRIAL 275 HP



C9 ACERT™ Industrial Power Unit Tier 3/Stage IIIA 205 bkW/275 Hp al freno @ 2200 rpm



La imagen tal vez no refleje el motor real

ESPECIFICACIONES DE MOTORES CATERPILLAR

I-6, 4-Stroke-Cycle Diesel

Calibre..... 112,0 mm (4,41 pulg)
Carrera..... 149,0 mm (5,87 pulg)
Cilindrada..... 8,8 L (537,01 pulg³)
Aspiración..... Con turbocompresión y posefriamiento
Relación de compresión..... 16,1:1
Rotación (desde el extremo del volante)..... Hacia la izquierda
Sistema de enfriamiento 13,9 litros, 3,7 galones EE.UU.
Sistema de aceite lubricante (llenado).... 32,0 litros, 8,5 galones EE.UU.
Peso, seco neto (aproximado kg, lb)..... 776 kg, 1.711 lb

FUNCIONES

Emisiones

Cumple con las normas de emisiones Tier 3/Stage IIIA, Tier 3 se refiere a las normas EPA (EE.UU.). Stage IIIA se refiere a las normas europeas.

Capacidad de proveedores mundial

Caterpillar
- Fabrica las piezas de fundición de bloques de motor, culatas, camisas de cilindro
- Maquina los componentes críticos
- Arma todo el motor
- Los sistemas diseñados en fábrica se producen en instalaciones con certificación ISO 9001:2000
- Ser el encargado de estos procesos de fabricación le permite a Caterpillar fabricar un producto fiable y de alta calidad.

Pruebas

La prueba de prototipo de cada modelo:
- Prueba el diseño por computadora
- Verifica la resistencia del sistema a la torsión
- Prueba la funcionalidad de cada modelo

Cada motor Caterpillar se prueba con dinamómetro en condiciones de carga plena para garantizar el rendimiento apropiado del motor.

Gama completa de accesorios

Amplia gama de accesorios de expansión de sistemas empernables, diseñados y probados en fábrica.

Respaldo al producto inigualable a través de la red mundial de distribuidores Caterpillar

Más de 1.500 tiendas de distribuidores
Técnicos del distribuidor, capacitados en instalaciones de Caterpillar, proporcionan servicio a cada aspecto de su motor industrial
99,7% de los pedidos de piezas se despachan máximo en 24 horas en todo el mundo
Garantía de piezas y mano de obra Caterpillar
Convenios de mantenimiento preventivo disponibles para opciones de reparación antes de la falla

El programa de Análisis Periódico de Aceite compara su muestra de aceite con los estándares establecidos por Caterpillar para determinar:
- la condición interna de los componentes del motor
- la presencia de fluidos no deseados
- la presencia de productos derivados de la combustión

Sitio Web

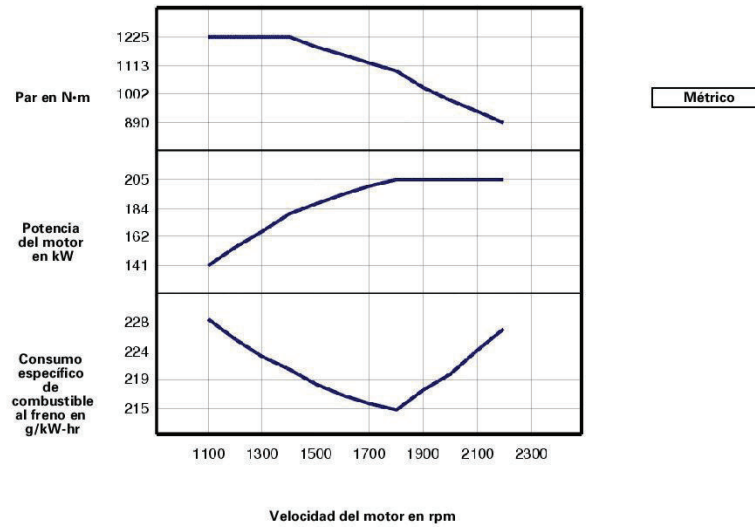
Para todos sus requisitos de potencia industrial, visite www.cat-industrial.com.


**C9 ACERT™
Industrial Power Unit**

Tier 3/Stage IIIA

CURVAS DE RENDIMIENTO

205 bkW/275 Hp al freno @ 2200 rpm

IND - A (Continua) - DM8116-01

Velocidad del motor en rpm	Potencia del motor en kW	Par en N-m	Consumo específico de combustible al freno en g/kW-hr	Consumo de combustible L/hr
2200	205	890	226,9	55,5
2100	205	933	223,8	54,7
2000	205	980	220,1	53,8
1900	205	1031	217,8	53,3
1800	205	1089	214,9	52,6
1700	200	1123	215,8	51,4
1600	194	1157	217	50,1
1500	187	1190	218,7	48,7
1400	180	1225	220,8	47,3
1300	167	1225	222,8	44,3
1200	154	1224	225,3	41,3
1100	141	1225	228,3	38,4

MOTOR INDUSTRIAL 245 HP

QSC - Tier 3.
CustomPak.

Features and benefits.

■ USEPA Tier 3 emissions certification

Cummins' QSC engine meets the latest emissions certification requirements.

■ Full authority electronic controls

Electronic engine control provides improved fuel economy, precision diagnostics and engine protection.

■ High-pressure common-rail fuel system

Cleaner, quieter operation with consistent performance at every rpm.

■ Air cleaner

Heavy duty industrial air cleaner, with safety elements and restriction indicators included.

■ Baserail mounting

Heavy section base frame with option of extended rails for pump mounting.

■ Cooling system

Heavy duty, 50 °C ambient capable radiator assembly and guarding, incorporating jacket water and charge air cooling. Sucker or blower fan arrangements are available.

■ Exhaust

Integral residential class exhaust silencer with rain cap.

■ Instrument panel

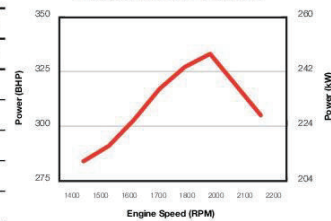
Includes digital display for engine monitoring, with shutdown protection and J1939 communication. Isolated inner panel with an outer protective, lockable box.

Performance

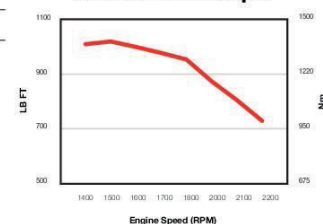
RPM	INTERMITTENT		CONTINUOUS		TORQUE		FUEL CONSUMPTION	
	BHP	kW	BHP	kW	LB FT	Nm	LB/BHP-HR	G/KW-HR
1400	284	212	232	173	1010	1369	0.358	218
1500	291	217	238	177	1020	1383	0.358	218
1600	303	226	244	182	1000	1356	0.362	220
1700	317	236	245	183	978	1326	0.359	218
1800	327	244	245	183	954	1293	0.360	219
2000	333	248	-	-	874	1185	0.367	224
2100	319	238	-	-	805	1090	0.380	231
2200	305	227	-	-	729	988	0.385	234

Performance figures shown are SAE and do NOT include Cooling Fan and other parasitic losses. Specifications may change without notice.

Intermittent Power



Intermittent Torque



Cummins
CustomPaks.

Designed in
Australia.

Made in
Australia.

For Australian
conditions.

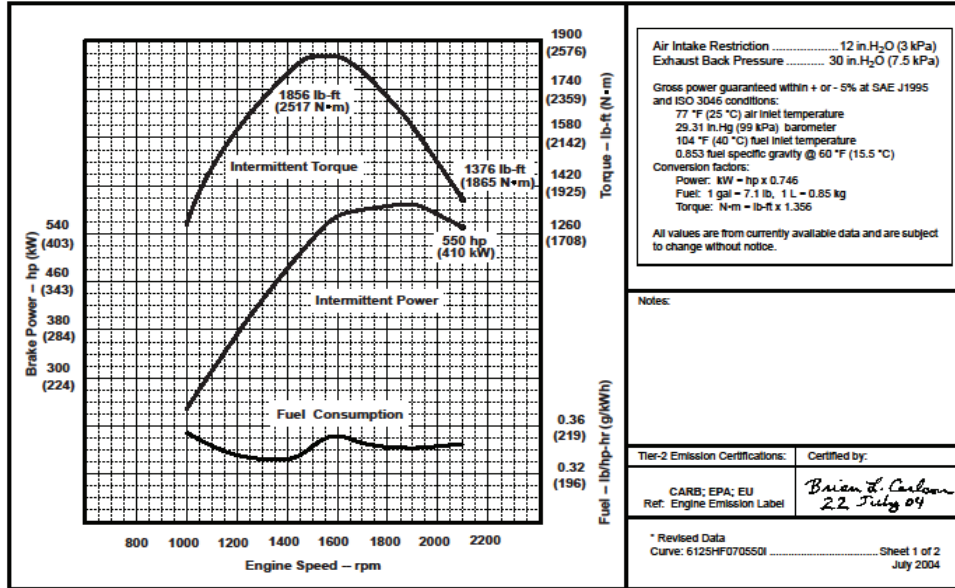
MOTOR INDUSTRIAL 550 HP



ENGINE PERFORMANCE CURVE

Rating: Gross Power
 Application: Industrial - Intermittent
 7% Power Bulge

PowerTech 12.5 L Engine
 Model: 6125HF070
 JD Electronic Control
 550 hp @ 2100 rpm
 410 kW @ 2100 rpm
 [See Option Code Table]



Air Intake Restriction 12 in.H₂O (3 kPa)
 Exhaust Back Pressure 30 in.H₂O (7.5 kPa)

Gross power guaranteed within + or - 5% at SAE J1995 and ISO 3046 conditions:
 77 °F (25 °C) air inlet temperature
 29.31 in.Hg (99 kPa) barometer
 104 °F (40 °C) fuel inlet temperature
 0.853 fuel specific gravity @ 60 °F (15.5 °C)

Conversion factors:
 Power: kW = hp x 0.746
 Fuel: 1 gal = 7.1 lb, 1 L = 0.85 kg
 Torque: N-m = lb-ft x 1.356

All values are from currently available data and are subject to change without notice.

Notes:

Tier-2 Emission Certifications:	Certified by:
CARB; EPA; EU Ref: Engine Emission Label	<i>Brian L. Carlson</i> 22 July 04

* Revised Data
 Curve: 6125HF070550I Sheet 1 of 2
 July 2004

MOTOR INDUSTRIAL 180 HP

PowerTech™ Plus 4045HF485 Diesel Engine

Industrial Engine Specifications

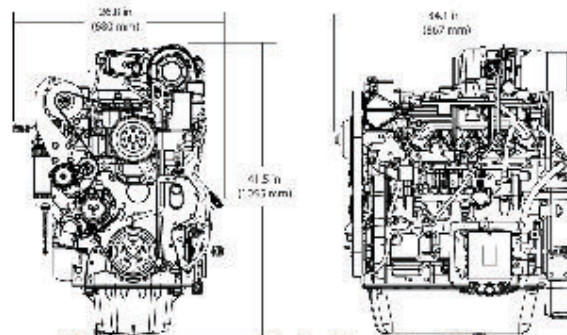


4045HF485 shown

Certifications

CARB
EPA Tier 3
EU Stage III A

Engine dimensions



Dimensions may vary according to options selected. Call your distributor for more information.

General data

Model	4045HF485	Length - mm (in)	867 (34.1)
Number of cylinders	4	Width - mm (in)	680 (26.8)
Displacement - L (cu in)	4.5 (275)	Height - mm (in)	1055 (41.5)
Bore and Stroke - mm (in)	106 x 127 (4.17 x 5.00)	Weight, dry - kg (lb)	491 (1082)
Compression Ratio	17.0 : 1		
Engine Type	In-line, 4-Cycle		
Aspiration	Turbocharged and air-to-air aftercooled		

Performance data range

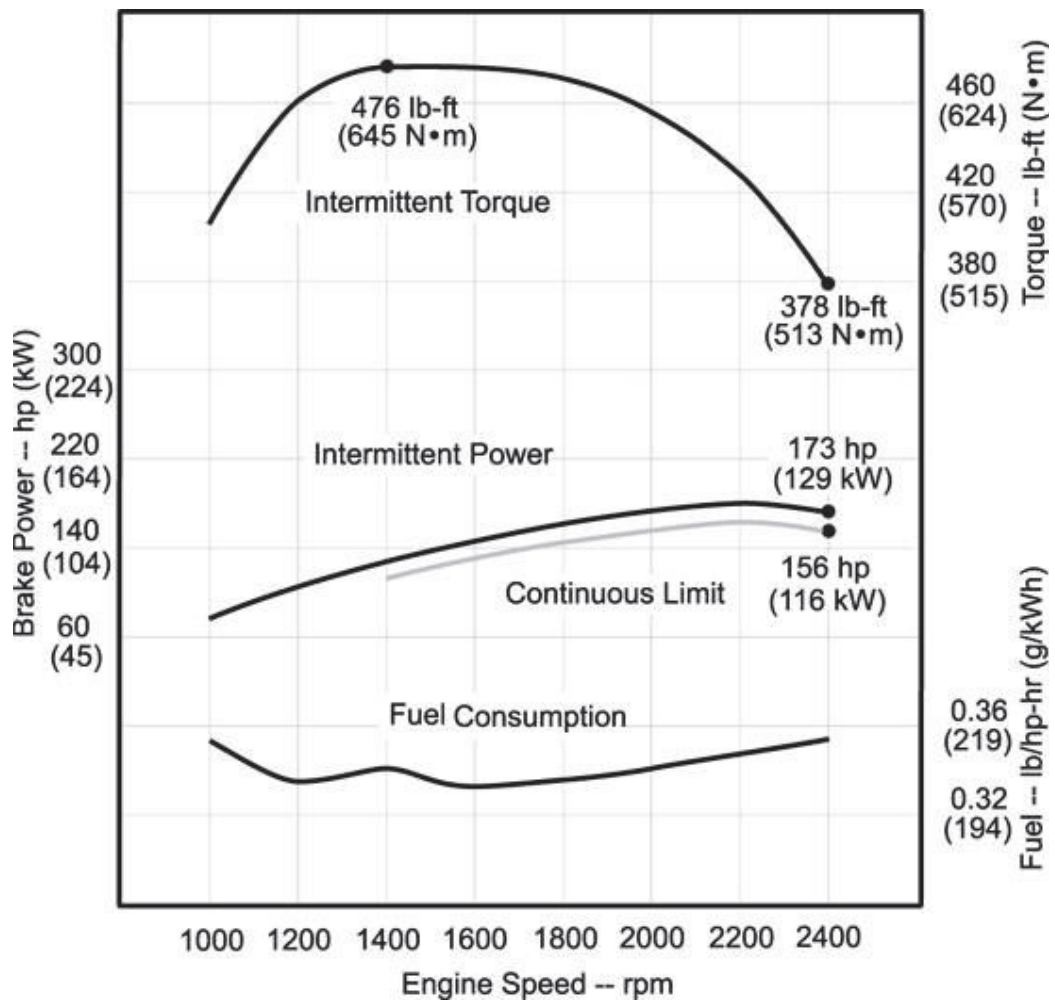
Application ratings	Intermittent	Heavy Duty
Rated power/Rated speed	111-129 kW(149-173 hp) @2000-2400rpm	115 kW(154 hp) @2400rpm
Peak power	116-129 kW (156-173 hp) @1800-2400rpm	115 kW (154 hp) @2400rpm
Power bulge	0-4% @ 1800rpm	0% @ NA rpm
Peak torque	645 N.m (476ft.-lb) @1500rpm	575 N.m (424ft.-lb) @1500rpm
Torque rise	22-26%	26%

The Industrial Intermittent engine power rating is for applications that operate at varying loads and speeds, and do not fit the Industrial Heavy-Duty rating information.

Some applications require Industrial Heavy-Duty engine power ratings. Please contact your John Deere Power Systems engine distributor for more information.

Power output is within + or - 5% at standard SAE J 1995 and ISO 3046.

Photographs may show non-standard equipment.



MOTOR INDUSTRIAL 300 HP

PowerTech™ PVX 6090HFC94 Diesel Engine

Industrial Engine Specifications

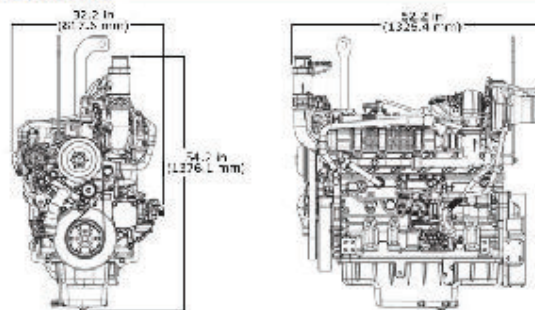


6090HFC94 shown

Emissions

CARB
EPA Interim Tier 4
EU Stage III B

Engine dimensions



Dimensions may vary according to options selected. Call your distributor for more information.

General data

Model	6090HFC94	Length - mm (in)	1326.4 (52.2)
Number of cylinders	6	Width - mm (in)	817.6 (32.2)
Displacement - L (cu in)	9.0 (549)	Height - mm (in)	1376.1 (54.2)
Bore and Stroke - mm (in)	118.4 x 136 (4.66 x 5.35)	Weight, dry - kg (lb)	1095.5 (2415)
Compression Ratio	16.0 : 1		
Engine Type	In-line, 4-cycle		
Aspiration	Turbocharged and air-to-air aftercooled		

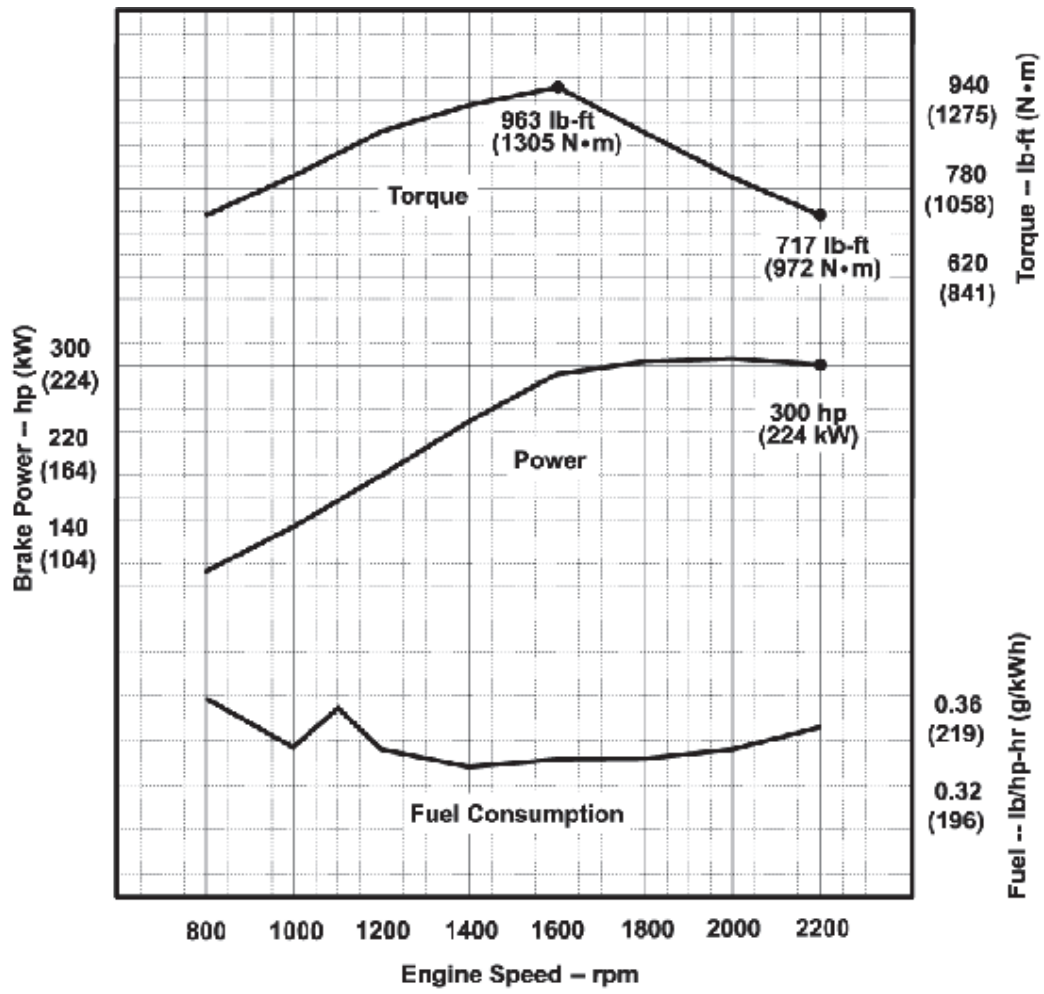
Performance data range

Application ratings	Continuous
Rated power/Rated speed	186-224 kW(250-300 hp) @2000-2200rpm
Peak power	207-235 kW (278-315 hp) @1700-2000rpm
Power bulge	5-10% @ 1800-2000rpm
Peak torque	1232-1305 N.m (909-963ft.-lb) @1500-1600rpm
Torque rise	34-38%

The Industrial Continuous engine power rating is for applications that operate with constant load and speed, except for short periods during startup or shutdown.

Power output is within + or - 5% at standard SAE J 1995 and ISO 3046.

Photographs may show non-standard equipment.



MOTOR INDUSTRIAL 235 HP

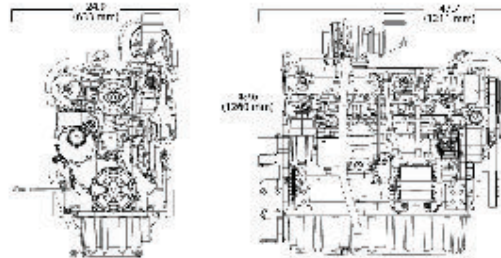
PowerTech™ 6090HF475 Diesel Engine

Industrial Engine Specifications



6090HF475 shown

Engine dimensions



Dimensions may vary according to options selected. Call your distributor for more information.

Certifications

EU Stage II

General data

Model	6090HF475	Length - mm (in)	1211 (47.7)
Number of cylinders	6	Width - mm (in)	633 (24.9)
Displacement - L (cu in)	9.0 (549)	Height - mm (in)	1260 (49.6)
Bore and Stroke - mm (in)	118.4 x 136 (4.66 x 5.35)	Weight, dry - kg (lb)	1096.8 (2418)
Compression Ratio	16.0 : 1		
Engine Type	In-line, 4-Cycle		
Aspiration	Turbocharged and air-to-air aftercooled		

Performance data range

Application ratings	Intermittent	Heavy Duty	Continuous
Rated power/Rated speed	261-296 kW(350-384 hp) @2200rpm	239 kW(321 hp) @2200rpm	172-219 kW(231-296 hp) @2200rpm
Peak power	298 kW (400 hp) @2000rpm	272 kW (365 hp) @2000rpm	206-248 kW (276-333 hp) @1800-2000rpm
Power bulge	1-14% @ 2000rpm	14% @ 2000rpm	13-20% @ 1800-2000rpm
Peak torque	1474 N.m (1087ft.-lb) @1600rpm	1349 N.m (995ft.-lb) @1600rpm	1200-1228 N.m (885-906ft.-lb) @1600rpm

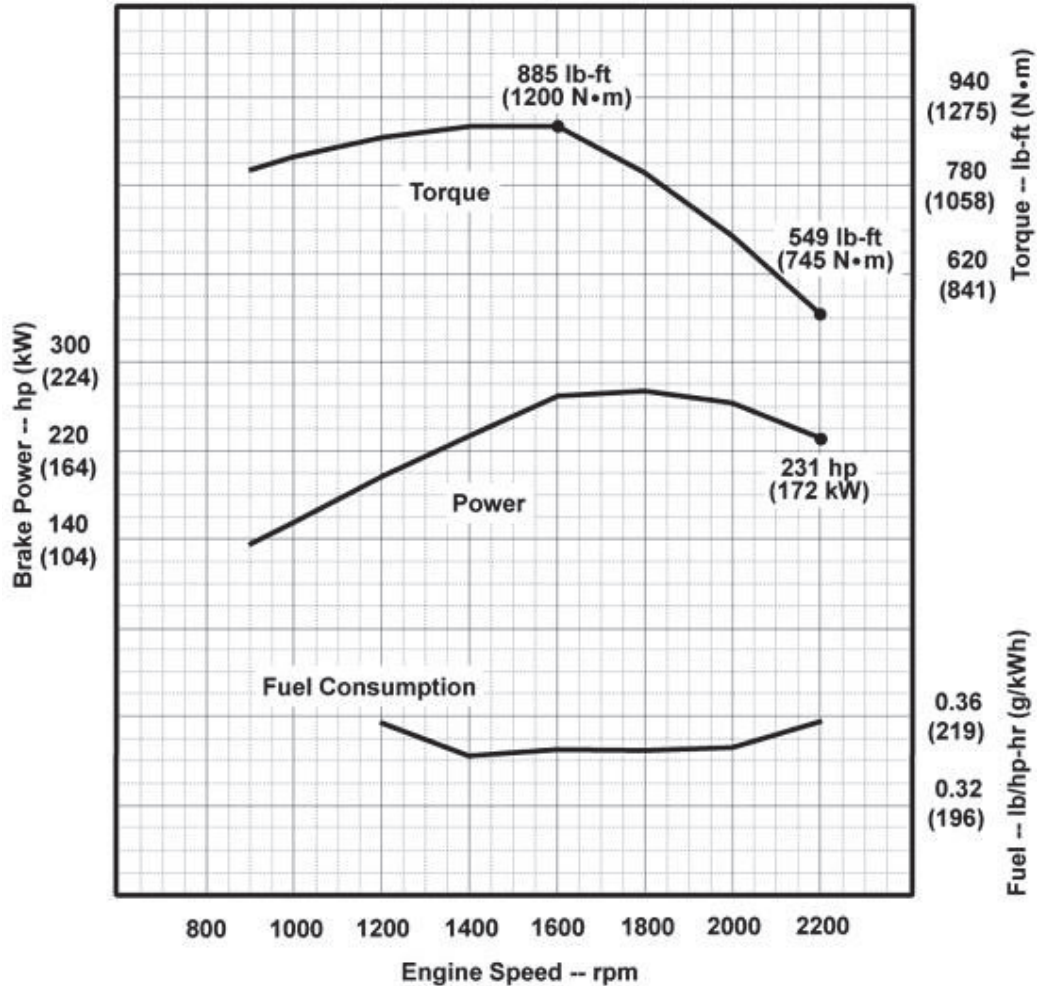
The Industrial Intermittent engine power rating is for applications that operate at varying loads and speeds, and do not fit the Industrial Heavy-Duty rating information.

Some applications require Industrial Heavy-Duty engine power ratings. Please contact your John Deere Power Systems engine distributor for more information.

The Industrial Continuous engine power rating is for applications that operate with constant load and speed, except for short periods during startup or shutdown.

Power output is within + or - 5% at standard SAE J 1995 and ISO 3046.

Photographs may show non-standard equipment.



MOTOR INDUSTRIAL 250 HP

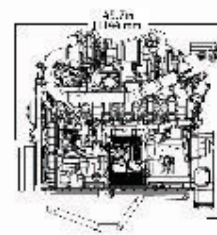
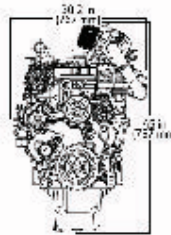
PowerTech™ PSX 6068HFC95 Diesel Engine

Industrial Engine Specifications



6068HFC95 shown

Engine dimensions



Dimensions may vary according to options selected. Call your distributor for more information.

Emissions

CARB

EPA Interim Tier 4

General data

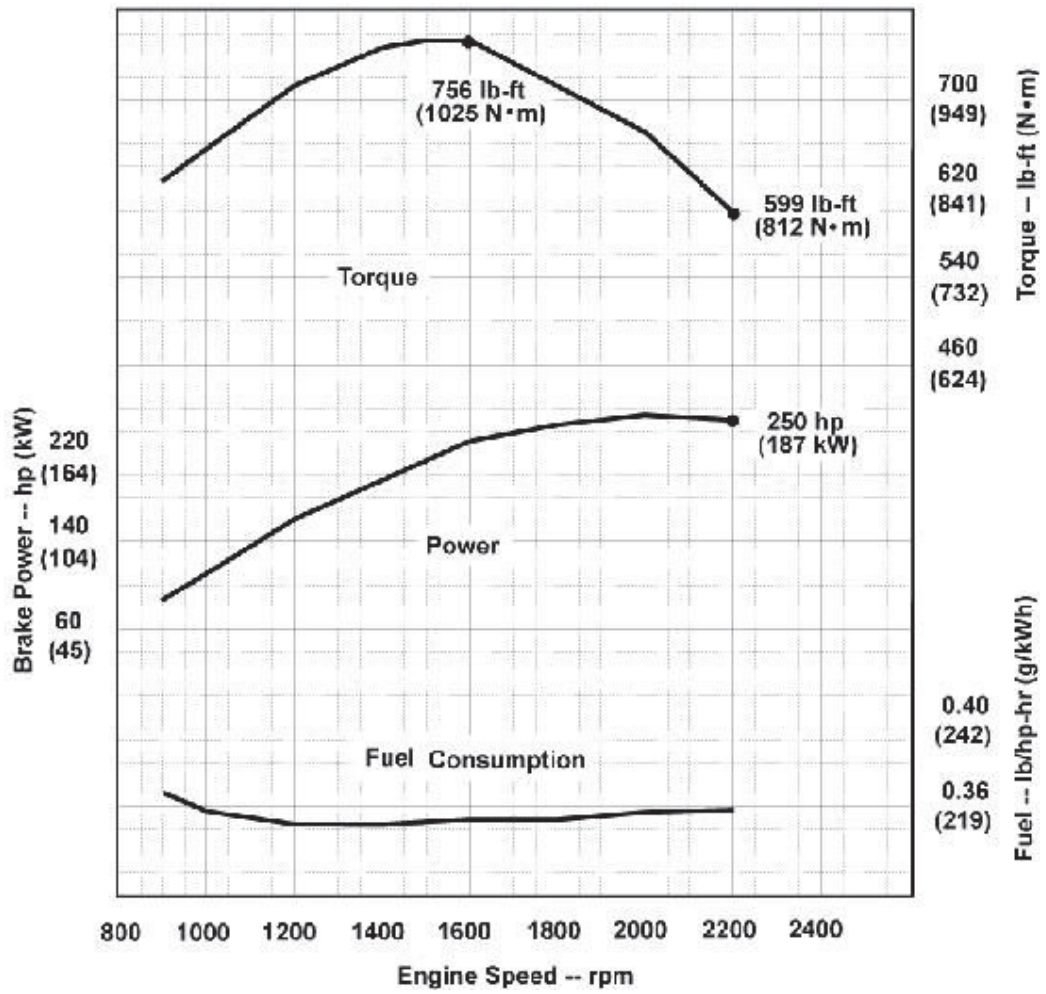
Model	6068HFC95	Length - mm (in)	1161 (45.7)
Number of cylinders	6	Width - mm (in)	767 (30.2)
Displacement - L (cu in)	6.8 (415)	Height - mm (in)	1144 (45.0)
Bore and Stroke - mm (in)	106 x 127 (4.17 x 5.00)	Weight, dry - kg (lb)	785 (1731)
Compression Ratio	17.2 : 1		
Engine Type	In-line, 4-Cycle		
Aspiration	Turbocharged and air-to-air aftercooled		

Performance data range

Application ratings	Intermittent
Rated power/Rated speed	168-187 kW(225-250 hp) @2200rpm
Peak power	185-190 kW (248-255 hp) @2000rpm
Power bulge	2-10% @ 2000rpm
Peak torque	1000-1025 N.m (738-756ft.-lb) @1600rpm
Torque rise	26-37%

The Industrial Intermittent engine power rating is for applications that operate at varying loads and speeds, and do not fit the Industrial Heavy-Duty rating information.

Power output is within + or - 5% at standard SAE J 1995 and ISO 3046.



ANEXO 7

HOJAS TÉCNICAS DE MOTORES (POTENCIAS TEÓRICAS)

MOTOR INDUSTRIAL 338HP

DI13 080M. 249 kW (338 hp)

IMO Tier II



The marine engines from Scania are based on a robust design with a strength optimised cylinder block containing wet cylinder liners that can easily be exchanged. Individual cylinder heads with 4 valves per cylinder promotes repairability and fuel economy. The engines are type approved in all major classification societies.

The engine is equipped with a Scania developed Engine Management System, EMS, in order to ensure the control of all aspects related to engine performance. The injection system is based on electronically controlled unit injectors that gives low exhaust emissions with good fuel economy and a high torque already at low revs. The engine can be fitted with many accessories such as air cleaners, PTOs, transmissions and type approved instrumentation in order to suit a variety of installations.

	Rating	Engine speed (rpm)		
		1200	1500	1800
Gross power, full load (kW)	ICFN	197	236	249
Gross power, full load (hp, metric)	ICFN	268	321	339
Gross power, propeller curve (kW)	ICFN	90	158	249
Gross power, propeller curve (hp, metric)	ICFN	123	215	339
Gross torque (Nm)	ICFN	1568	1501	1321
Spec fuel consumption, Full load (g/kWh)		196	200	205
Spec fuel consumption, 3/4 load (g/kWh)		199	205	217
Spec fuel consumption, 1/2 load (g/kWh)		207	215	239
Spec fuel consumption, Propeller curve (lh)		22	39	61
Optimum fuel consumption (g/kWh)		196		
Heat rejection to coolant (kW)		147	173	192

ICFN – Continuous service: Rated power available 1 h/1 h.
Unlimited h/year service time at a load factor of 100%

Standard equipment

- Scania Engine Management System, EMS
- Unit injectors, PDE
- Turbocharger
- Fuel pre-filter with water separator
- Fuel filter
- Oil filter, full flow
- Centrifugal oil cleaner
- Oil cooler, integrated in block
- Oil filter, in engine block
- Oil dipstick, in block
- Starter, 2-pole 7.0 kW
- Alternator, 2-pole 100A
- Flywheel SAE 14
- Silumin flywheel housing, SAE 1 flange
- Front-mounted engine brackets
- Protection covers
- Closed crankcase ventilation
- Operator's manual

Engines with heat exchanger:

- Sea water pump
- Heat exchanger with expansion tank

Optional equipment

- Hydraulic pump
- Side-mounted PTO
- Front-mounted PTO
- Exhaust connections
- Electrical base system
- Control and instrument panels
- Accelerator position sensor
- Engine heater
- Power pack engine bracket
- Stiff rubber suspension
- Air cleaner
- Studs in flywheel housing
- Reversible fuel filter
- Low coolant level reaction
- Variable idle speed setting
- Low and extra low oil sump
- Long oil dipstick
- Oil level sensor
- Bilge pump

This specification may be revised without notice.

MOTOR INDUSTRIAL 275 HP



C9 ACERT™ Industrial Power Unit Tier 3/Stage IIIA 205 bkW/275 Hp al freno @ 2200 rpm



La imagen tal vez no refleje el motor real

ESPECIFICACIONES DE MOTORES CATERPILLAR

I-6, 4-Stroke-Cycle Diesel

Calibre..... 112,0 mm (4,41 pulg)
Carrera..... 149,0 mm (5,87 pulg)
Cilindrada..... 8,8 L (537,01 pulg³)
Aspiración..... Con turbocompresión y posefriamiento
Relación de compresión..... 16,1:1
Rotación (desde el extremo del volante)..... Hacia la izquierda
Sistema de enfriamiento 13,9 litros, 3,7 galones EE.UU.
Sistema de aceite lubricante (llenado).... 32,0 litros, 8,5 galones EE.UU.
Peso, seco neto (aproximado kg, lb)..... 776 kg, 1.711 lb

FUNCIONES

Emisiones

Cumple con las normas de emisiones Tier 3/Stage IIIA, Tier 3 se refiere a las normas EPA (EE.UU.). Stage IIIA se refiere a las normas europeas.

Capacidad de proveedores mundial

Caterpillar
- Fabrica las piezas de fundición de bloques de motor, culatas, camisas de cilindro
- Maquina los componentes críticos
- Arma todo el motor
- Los sistemas diseñados en fábrica se producen en instalaciones con certificación ISO 9001:2000
- Ser el encargado de estos procesos de fabricación le permite a Caterpillar fabricar un producto fiable y de alta calidad.

Pruebas

La prueba de prototipo de cada modelo:
- Prueba el diseño por computadora
- Verifica la resistencia del sistema a la torsión
- Prueba la funcionalidad de cada modelo

Cada motor Caterpillar se prueba con dinamómetro en condiciones de carga plena para garantizar el rendimiento apropiado del motor.

Gama completa de accesorios

Amplia gama de accesorios de expansión de sistemas empernables, diseñados y probados en fábrica.

Respaldo al producto inigualable a través de la red mundial de distribuidores Caterpillar

Más de 1.500 tiendas de distribuidores
Técnicos del distribuidor, capacitados en instalaciones de Caterpillar, proporcionan servicio a cada aspecto de su motor industrial
99,7% de los pedidos de piezas se despachan máximo en 24 horas en todo el mundo
Garantía de piezas y mano de obra Caterpillar
Convenios de mantenimiento preventivo disponibles para opciones de reparación antes de la falla

El programa de Análisis Periódico de Aceite compara su muestra de aceite con los estándares establecidos por Caterpillar para determinar:
- la condición interna de los componentes del motor
- la presencia de fluidos no deseados
- la presencia de productos derivados de la combustión

Sitio Web

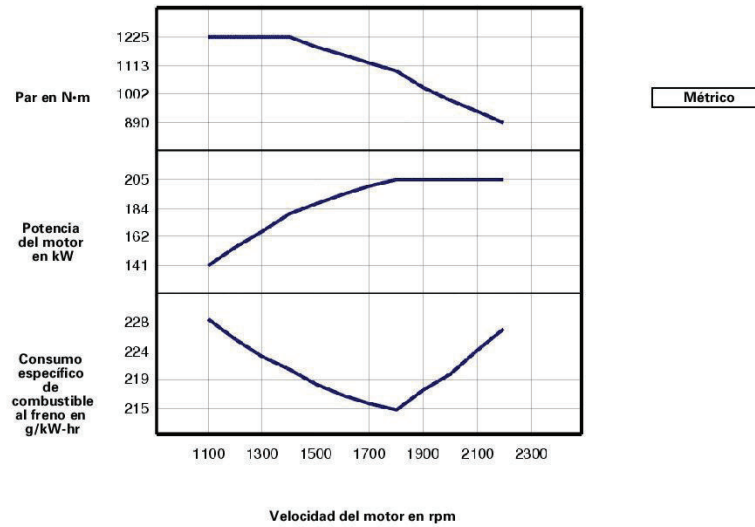
Para todos sus requisitos de potencia industrial, visite www.cat-industrial.com.



C9 ACERT™
Industrial Power Unit
 Tier 3/Stage IIIA
 205 bkW/275 Hp al freno @ 2200 rpm

CURVAS DE RENDIMIENTO

IND - A (Continua) - DM8116-01



Velocidad del motor en rpm	Potencia del motor en kW	Par en N-m	Consumo específico de combustible al freno en g/kW-hr	Consumo de combustible L/hr
2200	205	890	226,9	55,5
2100	205	933	223,8	54,7
2000	205	980	220,1	53,8
1900	205	1031	217,8	53,3
1800	205	1089	214,9	52,6
1700	200	1123	215,8	51,4
1600	194	1157	217	50,1
1500	187	1190	218,7	48,7
1400	180	1225	220,8	47,3
1300	167	1225	222,8	44,3
1200	154	1224	225,3	41,3
1100	141	1225	228,3	38,4

MOTOR INDUSTRIAL 425 HP

PowerTech 6125H Diesel Engine

Industrial Engine Specifications

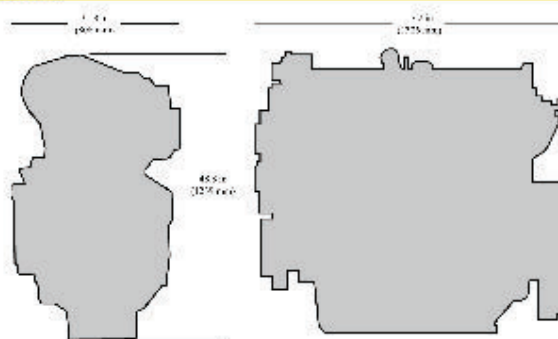


6125H shown

Certifications

CARB
EPA Commercial Marine
EPA Tier 2
EU Stage II

Dimensions



General data

Model	6125HF070
Number of cylinders	6
Displacement - L (cu in)	12.5 (763)
Bore and Stroke - mm (in)	127 x 165 (5.00 x 6.50)
Compression Ratio	17:1
Engine Type	In-line, 4-Cycle

Aspiration	Turbocharged and air-to-air aftercooled
Length - mm (in)	1326 (52.2)
Width - mm (in)	808 (31.8)
Height - mm (in)	1239 (48.8)
Weight, dry - kg (lb)	1205 (2657)

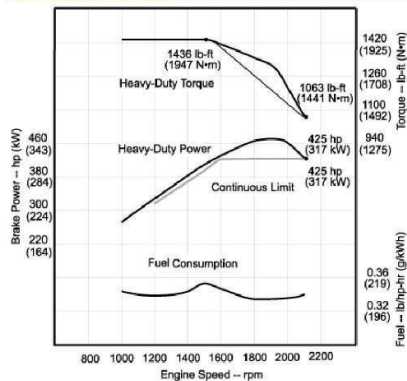
Intermittent BHP is the power rating for variable speed and load applications where full power is required intermittently.

Heavy duty - see application ratings/definitions, engine performance curves.

Continuous BHP is the power rating for applications operating under a constant load and speed for long periods of time.

Power output is within + or - 5% at standard SAE J 1995 and ISO 3046.

Performance curve



Performance data

Intermittent rated speed	317 kW (425 hp) @ 2100 rpm
Peak power	350 kW (469 hp) @ 1900 rpm
Power bulge %	10% @ 1900 rpm
Peak torque	1947 N.m (1436 ft.-lb) @ 1500 rpm
Torque rise %	35% @ 1500 rpm

Features and benefits

Articulated Two-Piece Piston

- Articulated two-piece piston uses high-strength steel crown to handle the higher horsepower

Directed Top-Liner Cooling

- Directing coolant to upper end of liner reduces liner temperatures by up to 130 degrees Fahrenheit or 72 degrees Celsius, improving power cylinder durability and head gasket life, and reducing oil consumption and emissions

Air Compressors and AC Compressors

- Factory installed air compressors and AC compressors mean a lower installed cost

Gear-Driven Auxiliary Drive

- Provides up to 80 hp (60 kW) to run optional equipment such as hydraulic pumps, air compressors, or steering pumps

John Deere Electronic Controls

- John Deere electronically controlled fuel systems monitor critical engine functions and either derates or shuts down (override capability provided) an engine to prevent costly engine repairs
- Built-in controls eliminate the need for costly add-on engine warning/shutdown systems and associated components
- Service diagnostics and error codes automatically stored for later retrieval, increasing machine uptime
- Performance connector part of engine wiring harness which allows for programming of multiple power curves and droop or isochronous governor regulation

SAE J1939 Standard Communication Link

- Industry standard, which provides an interface with vehicle systems, like the transmission, hydraulics and various accessory drives minimizing machine complexity and reducing vehicle total installed cost

Self-Adjusting, Poly-vee Accessory and Fan Drives

- Self-adjusting, eight-groove, poly-vee fan drive provides multiple fan drive ratios and fan heights that can be matched to specific application requirements
- Self adjusting, eight-groove, poly-vee accessory drive for alternator and air conditioning compressor
- Poly-vee design provides more than twice the capacity of comparable vee-belts

Optional Rear PTO

- Rear PTO is an integral part of the flywheel housing and provides a means for driving medium/large hydraulic pump(s), and air compressors
- Available in SAE #1 or SAE #2 flywheel-housing configuration for dry applications
- 1.3:1 output ratio allows the use of smaller, higher speed hydraulic pumps
- Gear train, pump drives, and flanged output drive are capable of up to 300hp/224kW (750 ft.-lbs/1017 N.m torque) on an intermittent basis
- Right-hand side pad standard with optional left-hand side pad
- Standard SAE "C" and optional "B", "D" mounting pads and flange output drives

John Deere Power Systems
3801 W. Ridgeway Ave.
PO Box 5100
Waterloo, IA 50704-5100
Phone: 1-800-533-6446
Fax: 319.292.5075

John Deere Power Systems
Usine de Saran
La Foulonnerie - B.P. 11.13
45401 Fleury les Aubrais Cedex
France
Phone: 33.2.38.82.61.19
Fax: 33.2.38.82.60.00

All values at rated speed and power with standard options unless otherwise noted. Specifications and design subject to change without notice.

Litho in U.S.A. (12-01) © 2012 JOHN DEERE

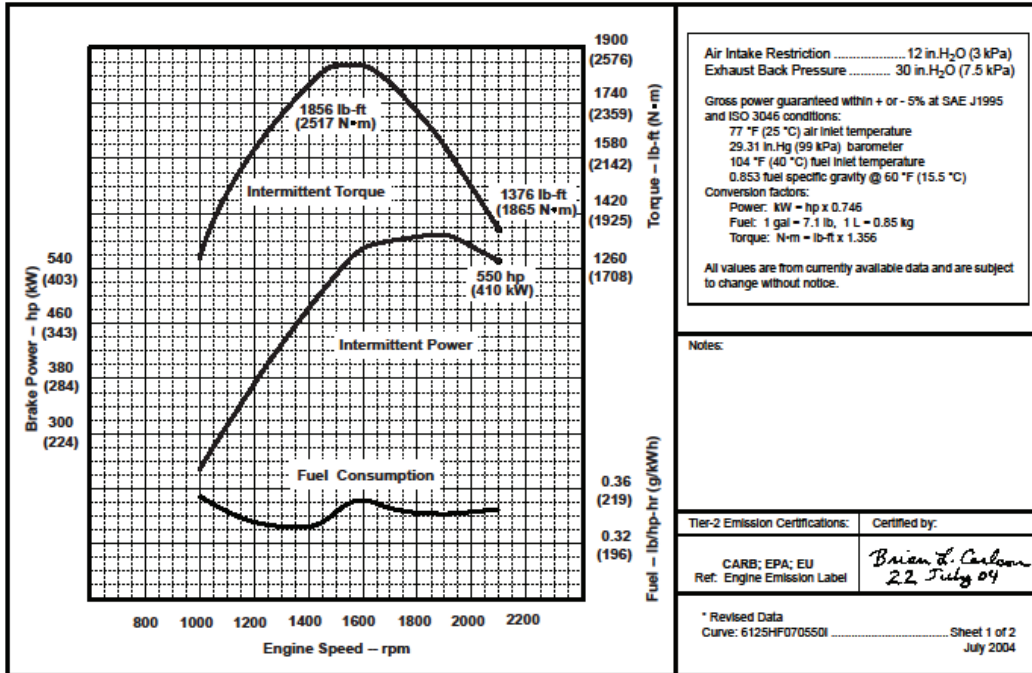
MOTOR INDUSTRIAL 550 HP



ENGINE PERFORMANCE CURVE

Rating: Gross Power
 Application: Industrial - Intermittent
 7% Power Bulge

PowerTech 12.5 L Engine
 Model: 6125HF070
 JD Electronic Control
 550 hp @ 2100 rpm
 410 kW @ 2100 rpm
 [See Option Code Table]



Air Intake Restriction 12 in.H₂O (3 kPa)
 Exhaust Back Pressure 30 in.H₂O (7.5 kPa)

Gross power guaranteed within + or - 5% at SAE J1995 and ISO 3046 conditions:
 77 °F (25 °C) air inlet temperature
 29.31 in.Hg (99 kPa) barometer
 104 °F (40 °C) fuel inlet temperature
 0.853 fuel specific gravity @ 60 °F (15.5 °C)

Conversion factors:
 Power: kW = hp x 0.746
 Fuel: 1 gal = 7.1 lb, 1 L = 0.85 kg
 Torque: N·m = lb-ft x 1.356

All values are from currently available data and are subject to change without notice.

Notes:

Tier-2 Emission Certifications:	Certified by:
CARB; EPA; EU Ref: Engine Emission Label	<i>Brian L. Carlson</i> 22 July 04

* Revised Data
 Curve: 6125HF070550I Sheet 1 of 2
 July 2004

MOTOR INDUSTRIAL 235 HP

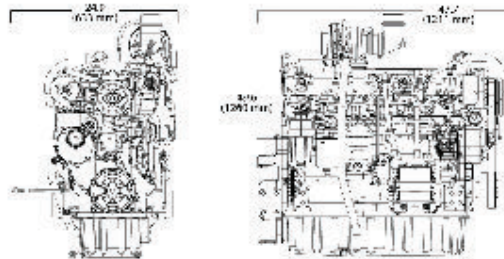
PowerTech™ 6090HF475 Diesel Engine

Industrial Engine Specifications



6090HF475 shown

Engine dimensions



Dimensions may vary according to options selected. Call your distributor for more information.

Certifications

EU Stage II

General data

Model	6090HF475	Length - mm (in)	1211 (47.7)
Number of cylinders	6	Width - mm (in)	633 (24.9)
Displacement - L (cu in)	9.0 (549)	Height - mm (in)	1260 (49.6)
Bore and Stroke - mm (in)	118.4 x 136 (4.66 x 5.35)	Weight, dry - kg (lb)	1096.8 (2418)
Compression Ratio	16.0 : 1		
Engine Type	In-line, 4-Cycle		
Aspiration	Turbocharged and air-to-air aftercooled		

Performance data range

Application ratings	Intermittent	Heavy Duty	Continuous
Rated power/Rated speed	261-286 kW(350-384 hp) @2200rpm	239 kW(321 hp) @2200rpm	172-219 kW(231-296 hp) @2200rpm
Peak power	298 kW (400 hp) @2000rpm	272 kW (365 hp) @2000rpm	206-248 kW (276-333 hp) @1800-2000rpm
Power bulge	1-14% @ 2000rpm	14% @ 2000rpm	13-20% @ 1800-2000rpm
Peak torque	1474 N.m (1087ft.-lb) @1600rpm	1349 N.m (995ft.-lb) @1600rpm	1200-1228 N.m (885-906ft.-lb) @1600rpm

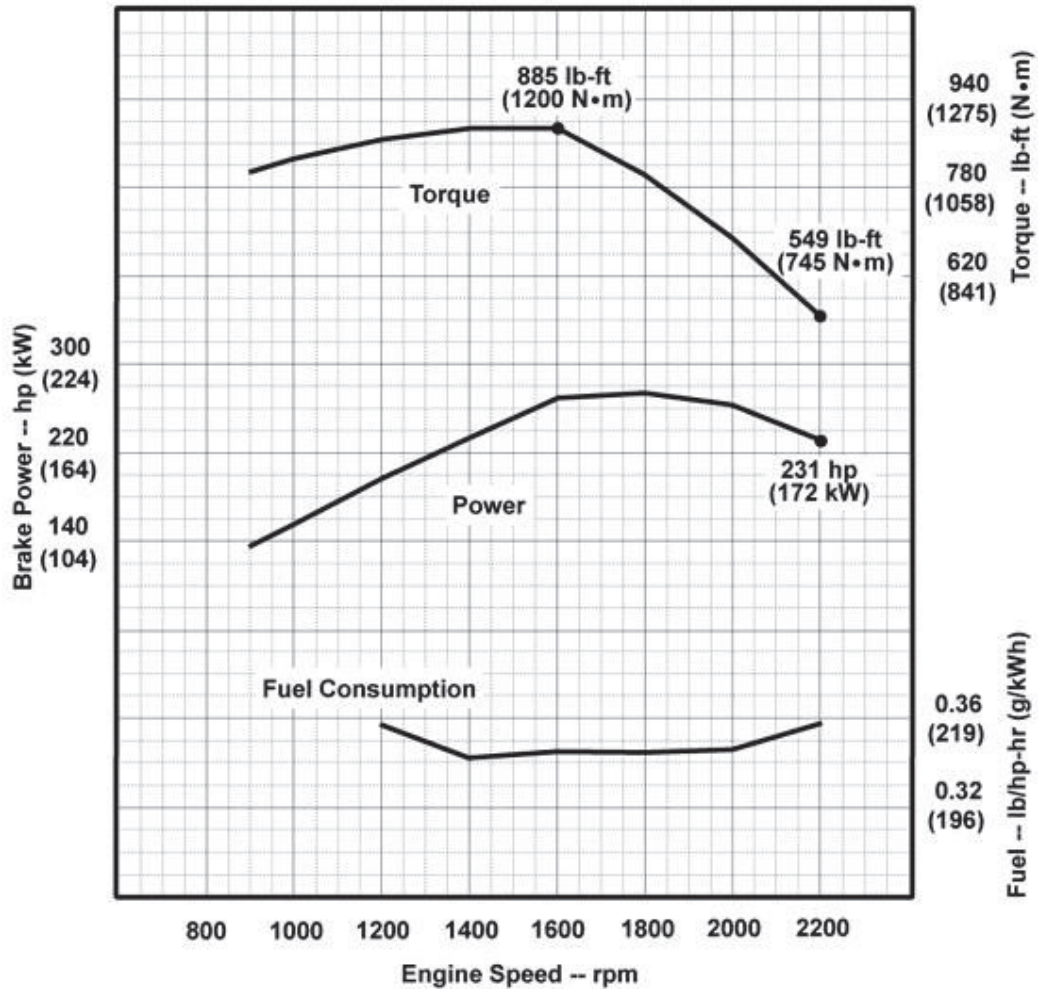
The Industrial Intermittent engine power rating is for applications that operate at varying loads and speeds, and do not fit the Industrial Heavy-Duty rating information.

Some applications require Industrial Heavy-Duty engine power ratings. Please contact your John Deere Power Systems engine distributor for more information.

The Industrial Continuous engine power rating is for applications that operate with constant load and speed, except for short periods during startup or shutdown.

Power output is within + or - 5% at standard SAE J 1995 and ISO 3046.

Photographs may show non-standard equipment.



MOTOR INDUSTRIAL 245 HP

QSC - Tier 3.
CustomPak.

Features and benefits.

■ USEPA Tier 3 emissions certification

Cummins' QSC engine meets the latest emissions certification requirements.

■ Full authority electronic controls

Electronic engine control provides improved fuel economy, precision diagnostics and engine protection.

■ High-pressure common-rail fuel system

Cleaner, quieter operation with consistent performance at every rpm.

■ Air cleaner

Heavy duty industrial air cleaner, with safety elements and restriction indicators included.

■ Baserail mounting

Heavy section base frame with option of extended rails for pump mounting.

■ Cooling system

Heavy duty, 50 °C ambient capable radiator assembly and guarding, incorporating jacket water and charge air cooling. Sucker or blower fan arrangements are available.

■ Exhaust

Integral residential class exhaust silencer with rain cap.

■ Instrument panel

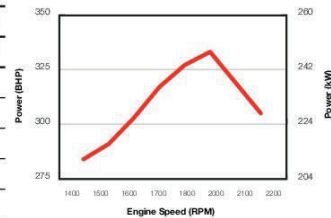
Includes digital display for engine monitoring, with shutdown protection and J1939 communication. Isolated inner panel with an outer protective, lockable box.

Performance

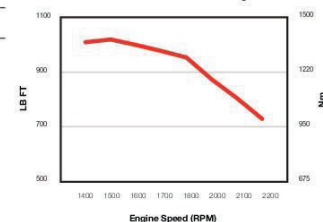
RPM	INTERMITTENT		CONTINUOUS		TORQUE		FUEL CONSUMPTION	
	BHP	kW	BHP	kW	LB FT	Nm	LB/BHP-HR	G/KW-HR
1400	284	212	232	173	1010	1369	0.358	218
1500	291	217	238	177	1020	1383	0.358	218
1600	303	226	244	182	1000	1356	0.362	220
1700	317	236	245	183	978	1326	0.359	218
1800	327	244	245	183	954	1293	0.360	219
2000	333	248	-	-	874	1185	0.367	224
2100	319	238	-	-	805	1090	0.380	231
2200	305	227	-	-	729	988	0.385	234

Performance figures shown are SAE and do NOT include Cooling Fan and other parasitic losses. Specifications may change without notice.

Intermittent Power



Intermittent Torque



Cummins
CustomPaks.

Designed in
Australia.

Made in
Australia.

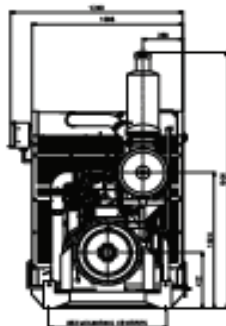
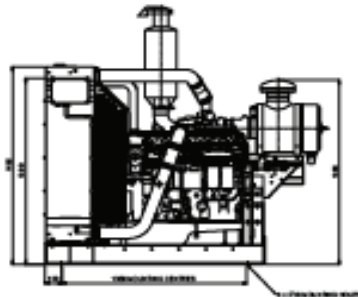
For Australian
conditions.

Specifications

	Four-stroke, turbocharged, in-line, six cylinder diesel engine	
	US STD	METRIC
Power Rating	305 bhp	227 kW
Rated Speed	2200 rpm	2200 rpm
Peak Torque	1020 lb-ft	1380 Nm
Peak Torque	1830 rpm	1830 rpm
Bore & Stroke	4.49 in x 5.31 in	114mm x 135mm
Rotor Displacement	505 cu in	8.3 liter
Oil System Capacity	20 qts	18.9 liter
Coolant Capacity	39 qts	37 liter
Engine Weight (Wet)	1044 lbs	723 kg
Custom Pak Weight/Wet	2542 lbs	1155 kg

* always applicable

Schematics.



Warranty coverage.

Cummins base engine coverage is 2 years or 2,000 hours of operation, whichever comes first.

It covers:

- Full parts and labour on warrantable failures.



- Consumables not reusable due to warrantable failures.

Extended Major Components coverage is 3 years or 10,000 hours of operation, whichever occurs first from the delivery date, and becomes active at the expiry of the base engine warranty. It covers:

- Warrantable failures of covered components. Bushing and bearing failures not included.

Package units – CRAK – FRAK – ComPak

When a product is defined as a package unit, all components of the product which were purchased from Cummins South Pacific as a packaged product have the same Base Engine Warranty coverage as the engine.

Package units built by Cummins South Pacific when the following components, as a minimum, are purchased from Cummins:

- Engine
- Pedestal feet / base rails
- Radiator / heat exchangers
- Fan

Conditions apply. Full warranty details can be found in the Industrial Cummins Warranty brochure (Bulletin 3381322).

warrantable engine includes diesel in marine or railway work; covered components include engine operator's seat, alternator, alternator and connecting rods.

ANEXO 8

CONSUMO ENERGÉTICO POR PRODUCCIÓN

ENCUESTAS														
CAMARONER A	TIPO BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	POTENCIA BOMBA (hp)	POTENCIA MOTOR ENCUESTAS (hp)	EXTENSIÓN DE AGUA (HA)	HORAS DE TRABAJO (H)	PRODUCCIÓN PROMEDIO N POR CICLO (lb/ha)	HP-HORA DE C/BOMBA	HP-HORA DE TODAS LAS BOMBAS	HP-HORA TOTAL	KWH AL DIA	KWH/HA AL DIA	KWH/HA POR CICLO	MJ/kg
A	Delta 36 "	5	280	338	524	14	2800	4732	23660	49210	36696	70	6303	8,1
	Delta 28"	2	200	275		14		3850	7700					
	Etec 48"	3	400	425		14		5950	17850					
B	Delta 36 "	5	280	338	809	14	3500	4732	23660	69634	51926	64	5777	5,9
	Delta 36 "	4	180	338		12		4056	16224					
	Etec 48"	5	400	425		14		5950	29750					
C	Delta 36 "	3	240	338	221	12	3600	4056	12168	12168	9074	41	3695	3,7
	Etec 36"	2	300	338		14		4732	9464					
	Delta 50"	4	550	550		14		7700	30800					
D	Delta 36 "	4	180	338	882,89	12	2900	4056	16224	92580	69037	78	7037	8,7
	Delta 24"	2	180	275		14		3850	7700					
	Delta 36 (1)	1	280	338		14		4732	4732					
	Delta 36 (2)	5	240	338		14		4732	23660					
	Delta 36"	1	230	275		18		4950	4950					
E	Delta 36"	1	230	275	350	18	3000	4950	4950	14130	10537	30	2709	3,3
	Delta 36 "	1	210	235		18		4230	4230					
	Delta 36"	2	230	275		18		4950	9900					
F	Delta 36"	1	210	235	500	18	3100	4230	4230	14130	10537	21	1897	2,2
	Delta 36"	2	230	275		18		4950	9900					
G	Delta 36"	2	230	275	450	18	2800	4950	9900	18720	13960	31	2792	3,6
	Delta 36"	2	230	245		18		4410	8820					
												PROMEDIO	5,1	11,2

CALCULADAS																				
CAMARONER A	TIPO BOMBA	NÚMERO DE BOMBAS	POTENCIA BOMBA CALCULADA (hp)	POTENCIA MOTOR CALCULADA (hp)	POTENCIA MOTOR (hp)	POTENCIA MOTOR COMERCIAL (hp)	EXTENSIÓN DE AGUA (HA)	HORAS DE TRABAJO DIARIAS (H)	PRODUCCIÓN POR CICLO (lb/ha)	HP-HORA DE C/U	HP-HORA DE TODAS LAS BOMBAS	HP-HORA TOTAL	KWH AL DÍA	KWH/HA AL DÍA	KWH/HA POR CICLO	KWH/LB POR CICLO	MJ/LB	MJ/kg		
A	Delta 36 "	5	229	306	315	315	524	14	2800	4410	22050	46200	34451	66	5917	2,1	7,6	16,8		
	Delta 28"	2	144	218	225	225		14		3150	6300									
	Etec 48"	3	310	417	425	425		14		5950	17850									
B	Delta 36 "	5	228	305	275	275	809	14	3500	3850	19250	51520	38418	47	4274	1,2	4,4	9,7		
	Delta 36 "	4	180	240	315	315		12		3780	15120									
	Etec 48"	5	323	422	245	245		14		3430	17150									
C	Delta 36 "	3	200	269	425	425	221	12	3600	5100	15300	15300	11409	52	4646	1,3	4,6	10,2		
	Etec 36"	2	180	242	245	245	882,89	14	2900	3430	6860									
	Delta 50"	4	402	534	550	550		14		7700	30800									
Delta 36 "	4	180	241	245	245	12		2940		11760										
D	Delta 24"	2	119	181	180	180	882,89	14	2900	2520	5040	79870	59559	67	6071	2,1	7,5	16,6		
	Delta 36 (1)"	1	230	309	315	315		14		4410	4410									
	Delta 36 (2)"	5	219	294	300	300		14		4200	21000									
	Delta 36"	1	227	266	275	275		18		4950	4950									
	Delta 36"	1	228	266	275	275		18		4950	4950									
E	Delta 36 "	1	205	235	235	235	350	18	3000	4230	4230	14130	10537	30	2709	0,9	3,3	7,2		
	Delta 36 "	2	215	250	250	250	500	18	3100	4500	9000	13230	9866	20	1776	0,6	2,1	4,5		
	Delta 36"	1	205	235	235	235		18		4230	4230									
Delta 36"	2	228	275	275	275	18		4950		9900										
G	Delta 36"	2	214	244	245	245	450	18	2800	4410	8820	18720	13960	31	2792	1,0	3,6	7,9		
	Delta 36"	2	214	244	245	245		18												
															PROMEDIO		4,7	10,4		

ANEXO 9

BOMBA ELÉCTRICA 200 HP



Description


Usage: Clean water/Sea water	
Type	MS Double Suction Water Pump
Capacity	68m ³ /hr to 30000m ³ /hr
Head	6m to 230m
Speed	585rpm/730rpm/980rpm/1450rpm/2980rpm
Outlet Diameter	150mm to 1600mm(6" up to 64")
Temperature	Max.80℃
Drive	Diesel or Electric
Shaft	4140 Mild Steel
Shaft sleeve	Cast iron/3Cr13/40Cr
Pump Casing	Cast iron/Cast steel/SS304/SS316
Impeller	Cast iron/Cast steel/SS304/SS316/Bronze
Shaft seal	Mechanical seal/Packing gland seal
Seal ring	Cast iron/ ZCuZn16Si4/ZCuSn10Zn2

Quick Details

Place of Origin: Hebei, China (Mainland)
 Brand Name: Modo
 Model Number: MS
 Theory: Centrifugal Pump
 Structure: Single-stage Pump
 Usage: Water
 Power: Electric
 Standard or Nonstandard: Standard
 Fuel: Motor
 Pressure: High Pressure
 Application: clean water/sea water
 Material: Cast Iron/Cast steel/Stainless Steel
 Lubrication: Grease and Oil
 Color: Customer specifications upon request
 Product name: Horizontal centrifugal high pressure water pump
 Voltage: 50Hz/60Hz
 Certificate: ISO9001:2008
 Applications 1.: Mine
 Applications 2.: Flood drainage
 Applications 3.: Urban water system
 Pump Type: Centrifugal Water Pump

ANEXO 10

MOTOR ELÉCTRICO WEG 270 HP

	Mentefactura	Nr.: 1
		Fecha: 24-ABR-2017
Cliente : Mentefactura		
<p>TECHNICAL PROPOSAL</p> <p>Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula</p>		
Línea del producto : W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2		
Catalog Number :		
List Price : \$		
Observaciones:		
Ejecutante:	Verificado:	



Mentefactura

Nr.: 1

Fecha: 24-ABR-2017

HOJA DE DATOS

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula

Cliente : Mentefactura
 Línea del producto : W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2

Carcasa : 355M/L
 Potencia : 270 HP
 Frecuencia : 60 Hz
 Polos : 4
 Rotación nominal : 1790 rpm
 Deslizamiento : 0,56 %
 Voltaje nominal : 380/660 V
 Corriente nominal : 369/213 A
 Corriente de arranque : 2590/1490 A
 Ip/In : 7,0
 Corriente en vacío : 122/70,0 A
 Par nominal : 1068 Nm
 Par de arranque : 220 %
 Par máxima : 220 %
 Categoría : ---
 Clase de aislación : F
 Elevación de temperatura : 80 K
 Tiempo de rotor bloqueado : 20 s (caliente)
 Factor de servicio : 1,15
 Régimen de servicio : S1
 Temperatura ambiente : -20°C - +40°C
 Altitud : 1000 m
 Protección : IPW55
 Masa aproximada : 1291 kg
 Momento de inercia : 4,8821 kgm²
 Nivel de ruido : 78 dB(A)

	Delantero	Trasero	Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)
Rodamiento	6322 C3	6319 C3	100%	0,86	95,8
Intervalo de lubricación 6000 h		8000 h	75%	0,84	95,6
Cantidad de grasa	60 g	45 g	50%	0,77	94,8

Observaciones:

Rendimiento de acuerdo con el método indirecto de IEC 60034-1:2007 con pérdidas aleatorias de la carga determinadas de las medidas.

Ejecutante

Verificado

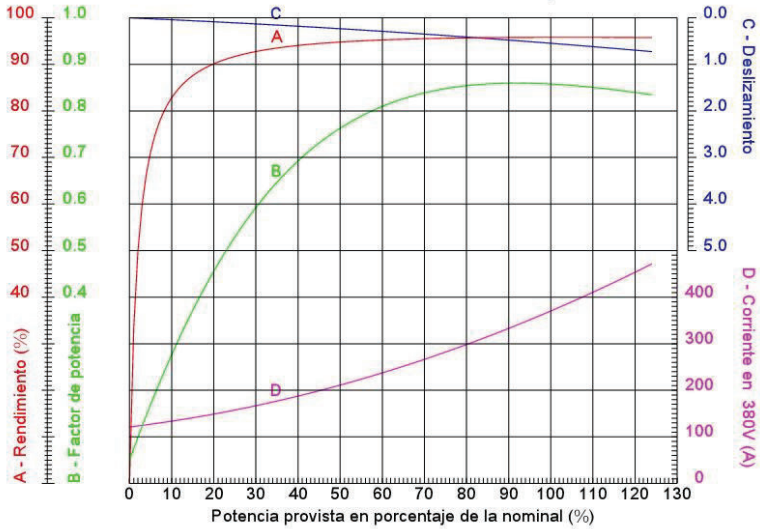


Mentefactura

Nr.: 1

Fecha: 24-ABR-2017

CURVAS CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula



Cliente	: Mentefactura
Línea del producto	: W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2

Carcasa	: 355M/L	Ip/In	: 7,0
Potencia	: 270 HP	Régimen de servicio	: S1
Frecuencia	: 60 Hz	Factor de servicio	: 1,15
Rotación nominal	: 1790 rpm	Categoría	: ---
Voltaje nominal	: 380/660 V	Par de arranque	: 220 %
Corriente nominal	: 369/213 A	Par máxima	: 220 %
Clase de aislación	: F		

Observaciones:

Ejecutante	Verificado
------------	------------

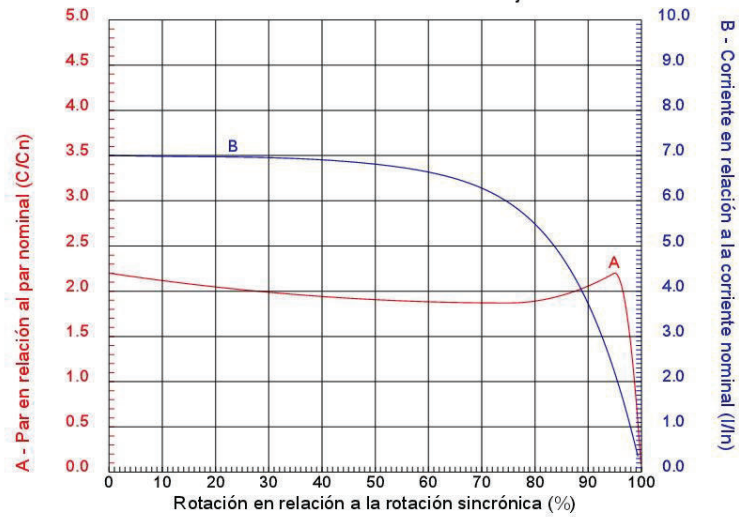


Mentefactura

Nr.: 1

Fecha: 24-ABR-2017

CURVAS CARACTERÍSTICAS EN FUNCIÓN DE LA ROTACIÓN Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula



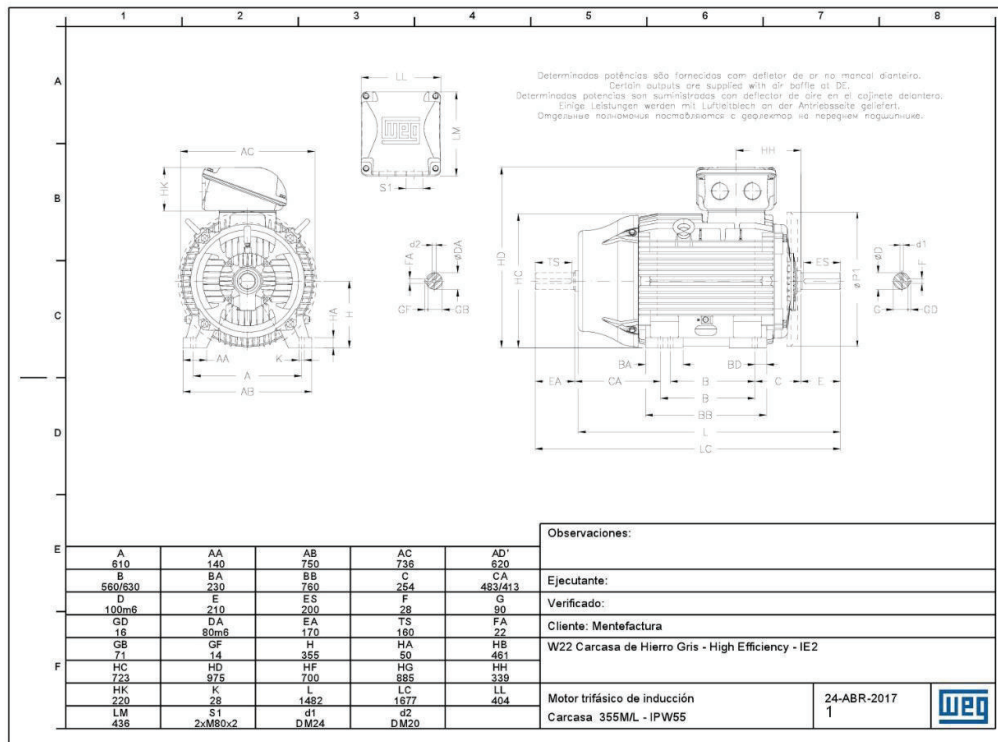
Cliente : Mentefactura
Línea del producto : W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2

Carcasa	: 355M/L	Ip/In	: 7,0
Potencia	: 270 HP	Régimen de servicio	: S1
Frecuencia	: 60 Hz	Factor de servicio	: 1,15
Rotación nominal	: 1790 rpm	Categoría	: ---
Voltaje nominal	: 380/660 V	Par de arranque	: 220 %
Corriente nominal	: 369/213 A	Par máxima	: 220 %
Clase de aislación	: F		

Observaciones:

Ejecutante

Verificado



Observaciones:

Ejecutante:

Verificado:

Cliente: Mentefactura

W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2

Motor trifásico de inducción
Carcasa 355ML - IPW55

24-ABR-2017
1



ANEXO 11

ARRANCADOR SUAVE DE VELOCIDAD 220 KW

→ Arrancadores Electrónicos Altistart 22

2



ATS22



ATS22

Terminal remoto



VW3G22101

Características Eléctricas

Para aplicaciones estándar

Para aplicaciones severas favor consultar

Rango de intensidad 17 a 500 A, 208...600 V

Con contactor de Bypass integrado

Tensión de control 230 V

3 entradas lógicas programables

2 salidas tipo relé, cada una con 2 contactos NA y NC programables

1 entrada para sonda PTC

4 LEDs en la parte frontal (listo, comunicación, marcha y fallo).

Conectores enchufables para E/S

Puerto de comunicación, protocolo Modbus

Protección térmica del motor, protección térmica del arrancador, etc..

Referencia	Voltaje de Alimentación (V)*	Aplicaciones estándar, clase 10**		Arrancador Corriente Nominal (A)	Precio USD
		Motor*** KW/HP 220 V	KW/HP 460 V		
ATS22D17S6	230 a 600 3Φ	4 / 5	7,5 / 10	17	783,54
ATS22D32S6	230 a 600 3Φ	7,5 / 10	15 / 20	32	901,39
ATS22D47S6	230 a 600 3Φ	11 / 15	22 / 30	47	1.164,65
ATS22D62S6	230 a 600 3Φ	15 / 20	30 / 40	62	1.459,89
ATS22D75S6	230 a 600 3Φ	18,5 / 25	37 / 50	75	1.678,31
ATS22D88S6	230 a 600 3Φ	22 / 30	45 / 60	88	2.035,88
ATS22C11S6	230 a 600 3Φ	30 / 40	55 / 75	110	2.310,11
ATS22C14S6	230 a 600 3Φ	37 / 50	75 / 100	140	2.740,69
ATS22C17S6	230 a 600 3Φ	45 / 60	90 / 125	170	3.187,49
ATS22C21S6	230 a 600 3Φ	55 / 75	110 / 150	210	3.619,29
ATS22C25S6	230 a 600 3Φ	75 / 100	132 / 200	250	4.161,21
ATS22C32S6	230 a 600 3Φ	90 / 125	160 / 250	320	4.969,26
ATS22C41S6	230 a 600 3Φ	110 / 150	220 / 300	410	5.979,94
ATS22C46S6	230 a 600 3Φ	132 / -	250 / 350	480	7.110,41
ATS22C56S6	230 a 600 3Φ	160 / 200	355 / 400	590	7.308,09

Accesorios

Referencia	Descripción	Precio USD
VW3G22101	Terminal remoto para ATS22	131,38
TCSMCMAN3M002P	Cable conexión PC con conector USB y RJ45	108,21

* Para conectar un arrancador suave dentro de la conexión triángulo del motor se debe cambiar la terminación S6 por Q en la referencia (Ejemplo: ATS22D17Q), estos arrancadores son para un voltaje de alimentación entre 230/440V. Tablas de selección y precios favor consultar.

** Para aplicaciones severas de clase 20, es decir con un tiempo de arranque superior a 30 segundos, elegir el calibre superior (Ejemplo: 230V, 75KW se debe elegir el ATS22C32S6).

*** Las potencias indicadas son referenciales, para la elección adecuada del arrancador tomar en cuenta su corriente nominal

Descargue totalmente GRATIS software de programación SoMove desde <http://www.schneider-electric.com>

ANEXO 12

CONVERTIDORES ESTÁTICOS DE ENERGÍA ZIGOR SOLAR 150 KW Y 30 KW

INVERSOR TRIFÁSICO

ZIGOR SOLAR BG3

Gama de inversores cargadores reversibles de baterías trifásicos On-Grid

Descripción

- > La gama de inversores cargadores reversibles de baterías, trifásicos de conexión a red ZIGOR SOLAR BG3 están diseñados para cubrir las necesidades de cualquier tipo de planta solar de conexión a red
- > La gama ZIGOR SOLAR BG3 de 30/50/100 kW combina diseño y versatilidad con su sencillez de manejo y modularidad y permite múltiples instalaciones MVA y es compatible con la mayoría de las tecnologías de baterías (Pb-ácido, Ni-cd, Li-ion, Redox)



ZIGOR SOLAR BG3

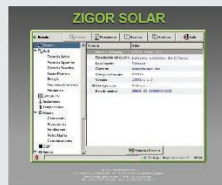
Características

- > Rango de tensión de entrada (300-720 Vdc)
- > Voltaje de salida 220/400/480 V
- > Alto rendimiento energético MPPT > 97%
- > Muy baja distorsión armónica THD < 3%
- > Factor de potencia seleccionable
- > Conexión directa a la red
- > Posibilidad conexión en paralelo sin limitación
- > Vigilancia anti-isla con desconexión automática
- > Monitorización del equipo mediante LCD
- > Aislamiento galvánico a través de transformador
- > Monitorización corriente strings (con opción ZIGOR SOLAR SB16)
- > Grado de protección IP21
- > Protección contra: Polarizaciones inversas, cortocircuitos, sobretensiones, fallo de aislamiento con salida a Relé
- > Regulación de reactiva automática
- > Programa Web server para visualización de parámetros, registro de datos, etc
- > Compatible con Pb-acid, Ni-cd, Li-ion, Redox

Conectividad y opciones

> Web server integrado

Programa Web server para proporcionar acceso completo a toda la información de los inversores y para monitorizar y comunicarse con los inversores cargadores ZIGOR SOLAR BG3 (integrado).



Más información sobre conectividad y opciones en la página 44

plantas pv on-grid plantas pv media tensión generación híbrida ahorro energético respaldo telecom energía edifica



ENERGÍA SIN CORTES

ZIGOR

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS							
Equipo	ZIGOR SOLAR BG3 30		ZIGOR SOLAR BG3 50		ZIGOR SOLAR BG3 100		ZIGOR SOLAR BG3 150
Modelos	30 kVA T	30 kVA TL	50 kVA T	50 kVA TL	100 kVA T	100 kVA TL	150 kVA TL
Potencia continua de salida	30 kW AC		50 kW AC		100 kW AC		150 kW AC
Potencia Nominal DC	≥ 31 kW		≥ 52 kW		≥ 105 kW		≥ 158 kW
Tensión Nominal AC	380-400 V Trifásico						
Frecuencia nominal	50/60 Hz						
Factor de potencia	1 ajustable ± 0.8						
Máxima corriente de línea AC	44 A		73 A		145 A		218 A
Distorsión corriente AC (1)	<3% THD a potencia nominal						
Tensión de batería	300-720 VDC						
Máxima tensión DC (2)	880 V						
Máxima corriente DC	103 A	105 A	173 A	175 A	350 A	350 A	533 A
Nº máx. equipos en paralelo	Nx30 kW		Nx50 kW		Nx100 kW		Nx150 kW
Eficiencia pico	96%	98%	96%	98%	96%	98%	97,60%
Capacidad de batería	desde 50 Ah a 1500 Ah						
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y MECÁNICAS							
Rango de temperatura ambiente (3)	-10°C a +50°C						
Grado de protección ambiental	IP21						
Peso aproximado Kg.	500	270	600	320	1020	490	450
Dimensiones (AlxAxAnF) mm	2150 x 800 x 600				2150 x 1200 x 600	2150x800x600	
Altitud de funcionamiento	1000 m						
Humedad relativa	0 a 95% sin condensación						
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Método de refrigeración	Ventilación forzada interna Control de ventilador externo (6A Máx.)						
Funciones de protección	Polarización inversa Sobre/Sub tensión AC Sobre/Sub frecuencia Sobretensión DC						
Pantalla de usuario	Estándar LCD						
Seccionadores (AC y DC)	Integrados en el sistema						
Comunicaciones	Ethernet & RS-485						
Protocolos de comunicación	Web / SNMP/ MODBUS (RTU/TCP)						
Supervisión del equipo: auto diagnóstico	Sí						
Opciones de monitorización	Módem GSM						
NORMATIVAS							
Marcado	CE						
Directivas	2004/108/CE (UNE-EN 61000-6-2 / UNE-EN 61000-6-4) 2006/95/CE (EN 50178)						
Normativas	IEC 62116 (2008) - Protección anti-ísla						

(1) Para THDV<1% y Potencia Nominal.

(2) Este valor de tensión DC no se debe superar bajo ningún concepto

(3) Sin reducción de potencia para temperaturas inferiores a 45° C.

Las especificaciones pueden cambiar sin previo aviso.

ANEXO 13

BATERÍA GEL 1280 AH

BAE *SECURA PVV solar*



Technical Specification for Valve Regulated Lead-Acid Batteries (VRLA-GEL)



1. Application

BAE *SECURA PVV solar* batteries are maintenance-free and used to store electric energy in medium and large solar photovoltaic installations. Due to the robust tubular plate design BAE PVV Batteries are excellent suited for highest requirements regarding cycling ability and long lifetime.

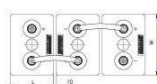
2. Technical data (Reference temperature 20 °C)

Type	C_{1h} Ah	C_{10h} Ah	C_{20h} Ah	C_{72h} Ah	C_{100h} Ah	C_{120h} Ah	C_{240h} Ah	R_i (1) mΩ	I_k (2) kA	Length mm	Width mm	Height mm	Weight kg
U_c [V per cell]	1.65	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80						
2 PVV 140	74	132	143	170	180	182	189	2.400	0.84	105	208	420	15.5
3 PVV 210	100	193	210	252	264	268	277	1.600	1.27	105	208	420	17.7
4 PVV 280	136	239	262	315	329	334	348	1.200	1.70	105	208	420	20.0
5 PVV 350	165	286	314	378	394	400	415	0.960	2.15	126	208	420	23.0
6 PVV 420	198	344	378	453	473	481	499	0.800	2.57	147	208	420	28.8
5 PVV 550	252	444	496	573	587	594	609	0.710	2.88	126	208	535	32.0
6 PVV 660	303	532	596	688	705	712	732	0.600	3.46	147	208	535	36.7
7 PVV 770	341	597	666	763	785	793	813	0.510	4.04	168	208	535	41.0
6 PVV 900	391	700	794	907	932	942	979	0.450	4.58	147	208	710	52.0
8 PVV 1200	506	903	1,022	1,166	1,190	1,200	1,255	0.340	6.10	215	193	710	68.9
10 PVV 1500	647	1,150	1,312	1,504	1,530	1,548	1,620	0.270	7.63	215	235	710	84.6
12 PVV 1800	762	1,360	1,540	1,764	1,800	1,812	1,896	0.230	9.15	215	277	710	99.6
12 PVV 2280	954	1,640	1,854	2,160	2,200	2,220	2,294	0.240	8.58	215	277	855	115.0
16 PVV 3040	1,291	2,240	2,520	2,944	3,010	3,036	3,120	0.180	11.40	215	400	815	156.2
20 PVV 3800	1,618	2,820	3,160	3,700	3,780	3,816	3,936	0.144	14.30	215	490	815	195.0
22 PVV 4180	1,749	3,020	3,400	3,960	4,040	4,080	4,200	0.131	15.67	215	580	815	216.0
24 PVV 4560	1,960	3,430	3,860	4,521	4,610	4,656	4,800	0.120	17.10	215	580	815	236.0
26 PVV 4940	2,067	3,570	4,000	4,680	4,770	4,824	4,968	0.111	18.52	215	580	815	250.0

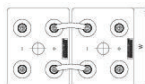
1) R_i and 2) I_k values according to IEC 60896-21

All values given in the table correspond to 100 % DOD. Please consider item 7.

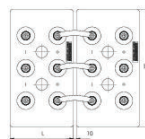
3. Terminal position



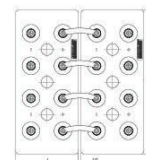
2 PVV 140 - 6 PVV 900



8 PVV 1200 to 12 PVV 2280



16 PVV 3040



20 PVV 3800 to 26 PVV 4940

ENERGY FROM BATTERIES



Technical Specification of BAE *SECURA PVV solar*

Terminals are designed as female poles with brass inlay M10 for flexible insulated copper cables with cross-section 25, 35, 50, 70, 95 or 120 mm² or insulated solid copper connectors with cross-section 90, 150 or 300 mm².

4. Design

Positive electrode	tubular-plate with woven polyester gauntlet and solid grids in a corrosion-resistant PbCaSn-alloy
Negative electrode	grid-plate in PbCaSn-alloy with long life expander material
Separation	microporous separator
Electrolyte	sulphuric acid with a density of 1.24 kg/l (20 °C), fixed as GEL by fumed silica
Container and lid	high impact, ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene), grey coloured, UL-94 rating: HB, on request also in UL-94 rating: V-0
Valve	valve with flame arrestor, opening pressure approx. 120 mbar
Pole-bushing	100 % gas- and electrolyte-tight, sliding, plastic-coated "Panzerpol"
Kind of protection	IP 25 regarding DIN 40050, touch protected according to VBG 4

5. Installation

BAE *SECURA PVV solar* batteries are designed for indoor applications. For outdoor applications please contact BAE.

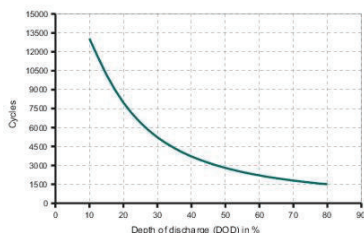
6. Maintenance

Every 6 months	check battery voltage as well as temperature
Every 12 months	check connections, record battery cell voltage as well as temperature

7. Operational data

Depth of discharge (DOD)	max. 80 % (U _e = 1.91 V/cell for discharge times >10 h; 1.74 V/cell for 1 h), deep discharges of more than 80 % DOD have to be avoided
Charge current	unlimited, the minimal charge current has to be I ₁₀
Charge voltage at cyclic operation	restricted from 2.30 V to 2.40 V per cell, operating instruction is to be observed
Floating voltage/non cyclic voltage	2.25 V/cell
Adjustment of charge voltage	no adjustment necessary if battery temperature is between 10 °C and 45 °C in the monthly average, otherwise $\Delta U/\Delta T = -0.003$ V/cell per K
Recharge to 100 %	within a period of 1 up to 4 weeks
IEC 61427 cycles	>3000 (A+B)
Battery temperature	-20 °C to 45 °C, recommended temperature range 10 °C to 30 °C
Self-discharge	approx. 2 % per month at 20 °C

8. Number of cycles as function of DOD (Depth of discharge)



9. Transport

Batteries are not subject to ADR (road transport), if the conditions of special rule 598 (chapter 3.3) are observed.

10. Standards

Test standard	IEC 60896-21, IEC 61427
Safety standard, ventilation	EN 50272-2



ANEXO 14

PANEL SOLAR 310 WP

SIMAX 156 SP672-280W-285W-290W-295W-300W-305W-310W



Product Features



Positive tolerance
Guaranteed tolerance +3%
Reliable power output



High module efficiency
Module efficiency up to 15.7%
Cells efficiency up to 17.8%



Strong compressive strength
Certified to withstand high wind of 2400Pa
and snow loads of 5400Pa



High manufacture standards
certified to high standards by the
most reputable labs According to
IEC:61215: IEC:61730-1/2



International Management System
Manufactured and certified according
to ISO9001, Quality management system



Fire test approved
Application class A, Safety Class II, Fire Rating C



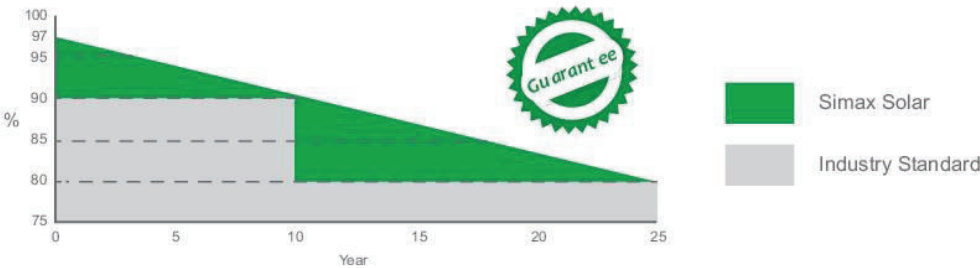
Excellent performance under extreme condition
High salt mist and ammonia resistance



Reliable quality forever
Without potential induced
degradation(PID-free)

Leading Warranty in PV Industry

- 25 year transferrable power output warranty: 10 years / 90%, 25 years / 80%
- Linear performance warranty from SIMAX Power
- 12 year material and workmanship warranty



* Please refer to Simax Solar Product Warranty for details.



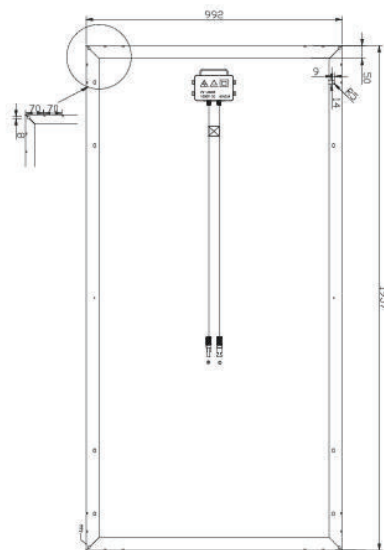
SIMAX 156 SP672-280W-285W-290W-295W-300W-305W-310W



Electrical Characteristics

Parameters	SP672-280		SP672-285		SP672-290		SP672-295		SP672-300		SP672-305		SP672-310	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Peak power [Wp] P_{mpp}	280W	208W	285W	212W	290W	215W	295W	219W	300W	226W	305W	224W	310W	228W
Open circuit voltage [V] V_{oc}	44.4	44.7	44.4	45.0	44.4	45.3	45.0	45.5	45.0	45.8	45.2	45.8	45.5	45.8
Maximum Power Voltage [V] (V_{mpo})	29.5	37.2	35.8	37.4	35.8	37.4	36.3	37.8	36.3	38.0	36.5	38.0	36.8	38.0
Maximum Power Current [A] (I_{mpp})	7.82	5.59	7.96	5.65	8.10	5.76	8.13	5.79	8.26	5.95	8.35	5.91	8.42	6.05
Short circuit Current [A] (I_{sc})	8.45	5.94	8.60	5.99	8.71	6.06	8.78	6.12	8.93	6.25	8.95	6.89	9.01	7.21
Power Tolerance	0~+3%		0~+3%		0~+3%		0~+3%		0~+3%		0~+3%		0~+3%	
Module Efficiency (%)	14.5%		14.7%		14.9%		15.3%		15.5%		15.7%		16.0%	

STC: Irradiance : 1000 W/m²; Spectrum AM 1.5; Cell temperature: 25°C; Wind 0 m/s
 NOCT: Irradiance: 800W/m²; Spectrum AM 1.5; ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s



Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon 156 x 156 (mm)
No. of Cells	72 (6 x 12)
Dimensions	1956 x 992 x 40 mm
Weight	22.5 kg
Front Glass	3.2mm (0.13 inches) tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy

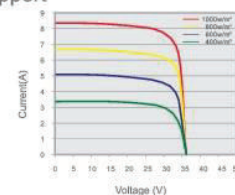
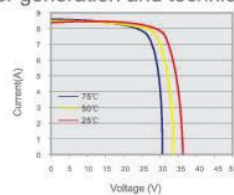
Output

Cable Type	Ø = 4 mm ²
Lengths	L = 900 mm
Junction Box	PV - JB001 MC4

Temperature Coefficients

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45 ± 2°C
Temperature Coefficient of (P_{max})	-0.39% / °C
Temperature Coefficient of (V_{oc})	-0.34% / °C
Temperature Coefficient of (I_{sc})	0.035% / °C

- Provide the best solutions for photovoltaic power generation and technical support
- Provide Cost-effective products
- Provide 12 Years Quality Warranty
- Power out ≥ 90% in 10 years
- Power out ≥ 80% in 25 years



Global standby to ensure response within 24 hours
 Australia and Europe office were established to give better services to customers

Simax Green New Energy (Europe) GmbH
 Mergenthaler Allee 23 / 25
 65760 Eschborn / Germany
 Tel.: +49 6196 9739 525
 Fax: +49 6196 5929 684
 info@simaxsolar.de
 www.simaxsolar.de



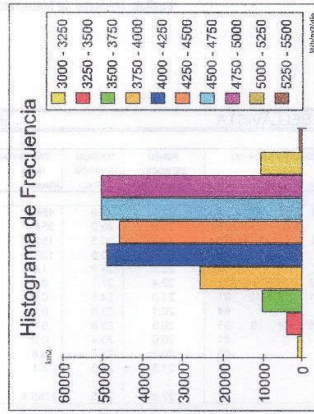
Simax (Australia) Green New Energy Pty Ltd
 5 / 78 Frankston Gardens Drive,
 Carrum Downs, VIC 3210
 Tel: +61 3 9708 2400
 Fax: +61 3 9708 2482
 info@simaxsolar.com.au
 www.simaxsolar.com.au



ANEXO 15

MAPA DE INSOLACIÓN

Insolación Global Enero

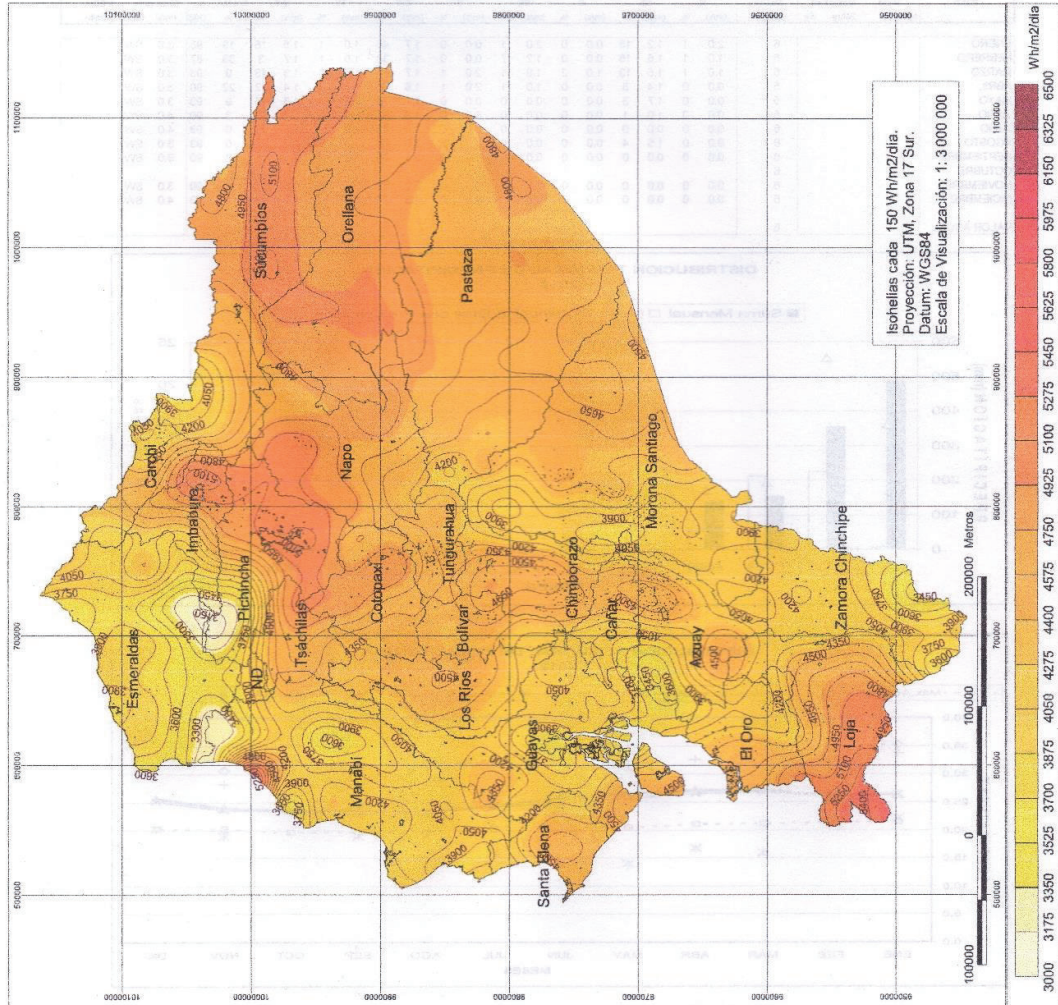


Valor Máximo: 5 523 Wh/m²/día
 Valor Mínimo: 3 089 Wh/m²/día
 Valor Promedio: 4 411,18 Wh/m²/día
 Desviación Estándar: 415,7527 Wh/m²/día

ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACION ELECTRICA

Contiene: Insolación Global para el mes de Enero

Fecha: Agosto del 2008



Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica

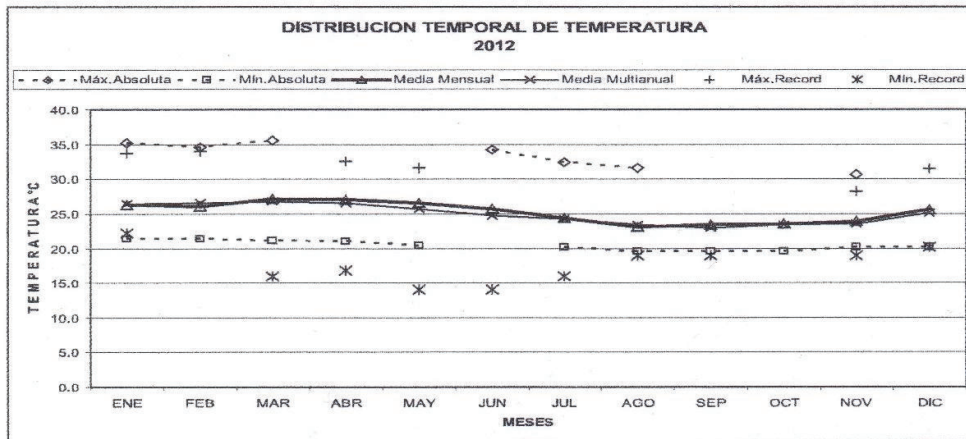
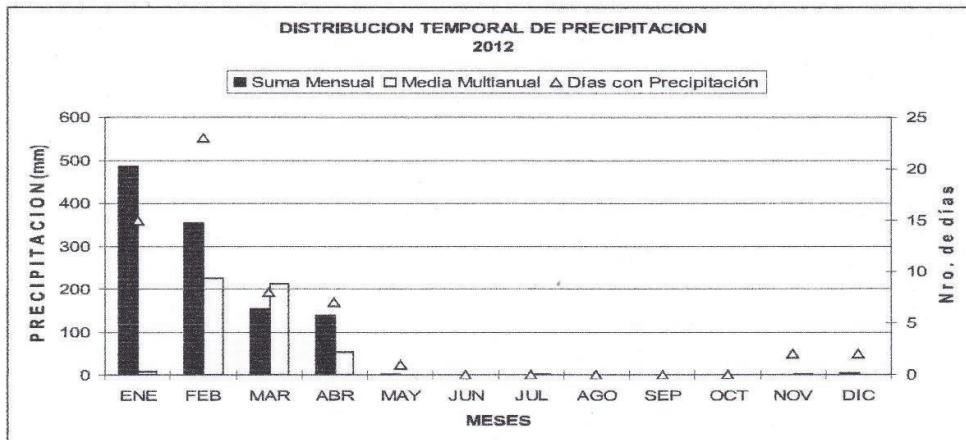
ANEXO 16

TEMPERATURA AMBIENTE MEDIA MENSUAL

M1173 ISLA PUNA-SECTOR BELLAVISTA INAMHI

MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)					PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	
		ABSOLUTAS		MEDIAS				Máxima día	Mínima día	Media	Máxima día	Mínima día			Media	Mensual	Máxima en 24hrs		día
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual													
ENERO		35.2	14	21.4	29	31.9	22.7	26.3	97	4	63	14	82	22.9	27.9	486.0	90.2	3	15
FEBRERO		34.6	13	21.4	1	31.7	22.2	26.1					87	23.6	29.2	353.4	40.2	7	23
MARZO		35.5	20	21.2	31	33.3	22.6	27.1	98	6	61	30	85	24.3	30.3	153.5	44.0	19	8
ABRIL				21.0	27	32.7	22.4	27.0					86	24.4	30.5	138.0	108.2	7	7
MAYO				20.4	14	32.4	22.0	26.6					83	23.5	28.9	1.6	1.6	16	1
JUNIO		34.2	7			31.2	21.9	25.7	96	12	65	9	82	22.4	27.1	0.0	0.0	1	0
JULIO		32.4	10	20.2	24	29.9	21.9	24.4	98	31	67	12	81	21.0	24.8	0.0	0.0	1	0
AGOSTO		31.6	11	19.6	30	29.0	20.4	23.1					84	20.1	23.6	0.0	0.0	1	0
SEPTIEMBRE				19.6	1	28.8	20.4	23.4	93	26	64	3	83	20.3	23.8	0.0	0.0	1	0
OCTUBRE				19.6	10	28.8	20.8	23.5					81	20.0	23.4	0.0	0.0	1	0
NOVIEMBRE		30.6	6	20.2	22	29.2	21.5	23.9					80	20.2	23.7	0.8	0.5	6	2
DICIEMBRE				20.2	18	31.0	22.7	25.6					77	21.3	25.3	3.1	2.6	30	2
VALOR ANUAL						30.8	21.8	25.2					82	22.0	26.5	1136.4	108.2		

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)			
	Suma	Máxima en 24hrs		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS											
	Mensual			(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%							
ENERO			6	2.0	1	1.2	13	0.0	0	2.0	1	0.0	0	1.7	48	1.0	1	1.5	16	19	93	3.0	SW	
FEBRERO			6	1.0	1	1.6	16	0.0	0	1.2	7	0.0	0	1.7	38	1.0	1	1.7	3	33	87	3.0	SW	
MARZO			5	1.0	1	1.5	13	1.0	2	1.0	1	2.0	1	1.7	52	1.4	9	1.3	13	9	93	3.0	SW	
ABRIL			5	0.0	0	1.4	8	0.0	0	1.0	1	2.0	1	1.6	53	1.5	2	1.4	12	22	90	3.0	SW	
MAYO			5	0.0	0	1.7	3	0.0	0	0.0	0	0.0	0	1.7	70	2.0	3	1.3	15	9	93	3.0	SW	
JUNIO			5	0.0	0	1.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	1.9	81	2.0	2	1.7	12	3	90	4.0	SW	
JULIO			6	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.0	85	1.8	10	1.6	5	0	93	4.0	SW	
AGOSTO			6	0.0	0	1.5	4	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.0	83	1.3	3	1.7	10	0	93	3.0	SW	
SEPTIEMBRE			6	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.1	88	1.2	6	1.5	4	2	90	3.0	SW	
OCTUBRE			6																					
NOVIEMBRE			6	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.2	72	2.0	2	1.5	20	6	90	3.0	SW	
DICIEMBRE			6	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.3	74	0.0	0	1.4	18	8	93	4.0	SW	
VALOR ANUAL			6																					



ANEXO 17

ALTERNATIVA 1

ESCENARIO 1: SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

AÑOS	TIEMPO (AÑOS)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL INGRESOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
EGRESOS											
Instalación Sistema FV (Eo)	\$ 2.602,093,09										
Operación Sistema FV	\$ 24.311,40	\$ 24.972,67	\$ 25.651,93	\$ 26.349,66	\$ 27.066,37	\$ 27.802,58	\$ 28.558,81	\$ 29.335,60	\$ 30.133,53	\$ 30.953,17	
Mantenimiento Sistema FV	\$ 5.310,00	\$ 5.454,43	\$ 5.602,79	\$ 5.755,19	\$ 5.911,73	\$ 6.072,53	\$ 6.237,70	\$ 6.407,37	\$ 6.581,65	\$ 6.760,67	
Reparación motor-bomba eléctricos				\$ 2.749,90					\$ 3.144,80		
Reposición de baterías										\$ 1.021.556,36	
TOTAL EGRESOS	\$ 2.602,093,09	\$ 29.621,40	\$ 30.427,10	\$ 31.254,72	\$ 34.854,75	\$ 32.978,10	\$ 33.875,10	\$ 34.796,51	\$ 35.742,97	\$ 39.859,98	
I-E	-\$ 2.602,093,09	-\$ 29.621,40	-\$ 30.427,10	-\$ 31.254,72	-\$ 34.854,75	-\$ 32.978,10	-\$ 33.875,10	-\$ 34.796,51	-\$ 35.742,97	-\$ 39.859,98	
VALOR ACTUAL (I-E)	-\$ 2.602,093,09	-\$ 24.872,70	-\$ 21.453,36	-\$ 18.504,09	-\$ 17.327,33	-\$ 13.766,16	-\$ 11.873,67	-\$ 10.241,36	-\$ 8.833,44	-\$ 8.271,68	
VAN	-\$ 2.954.110,74										

AÑOS	TIEMPO (AÑOS)										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
TOTAL INGRESOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
EGRESOS											
Instalación Sistema FV (Eo)											
Operación Sistema FV	\$ 31.795,09	\$ 32.659,92	\$ 33.548,27	\$ 34.460,78	\$ 35.398,11	\$ 36.360,94	\$ 37.349,96	\$ 38.365,88	\$ 39.409,43	\$ 40.481,37	
Mantenimiento Sistema FV	\$ 6.944,56	\$ 7.133,45	\$ 7.327,48	\$ 7.526,79	\$ 7.731,52	\$ 7.941,81	\$ 8.157,83	\$ 8.379,72	\$ 8.607,65	\$ 8.841,78	
Reparación motor-bomba eléctricos				\$ 3.596,40					\$ 4.112,85		
Reposición de baterías											
TOTAL EGRESOS	\$ 38.739,65	\$ 39.793,37	\$ 40.875,75	\$ 45.583,97	\$ 43.129,63	\$ 44.302,76	\$ 45.507,79	\$ 46.745,60	\$ 52.129,93	\$ 49.323,15	
I-E	-\$ 38.739,65	-\$ 39.793,37	-\$ 40.875,75	-\$ 45.583,97	-\$ 43.129,63	-\$ 44.302,76	-\$ 45.507,79	-\$ 46.745,60	-\$ 52.129,93	-\$ 49.323,15	
VALOR ACTUAL (I-E)	-\$ 5.668,23	-\$ 4.889,00	-\$ 4.216,89	-\$ 3.948,72	-\$ 3.137,16	-\$ 2.705,88	-\$ 2.333,90	-\$ 2.013,05	-\$ 1.885,03	-\$ 1.497,61	

ANEXO 18

ALTERNATIVA 2

**ESCENARIO 1: SISTEMA DE BOMBEO DIÉSEL CON
SUBSIDIO**

TIEMPO (AÑOS)											
AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL INGRESOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
EGRESOS											
Instalación Bombeo a Diésel	\$ 57,360.00										
Técnico	\$ 24,311.40	\$ 24,972.67	\$ 25,651.93	\$ 26,349.66	\$ 27,066.37	\$ 27,802.58	\$ 28,558.81	\$ 29,335.60	\$ 30,133.53	\$ 30,953.17	
Diésel para Funcionamiento	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03
Mantenimiento Sistema Diésel	\$ 1,710.00	\$ 1,756.51	\$ 1,804.29	\$ 1,853.37	\$ 1,903.78	\$ 1,955.56	\$ 2,008.75	\$ 2,063.39	\$ 2,119.51	\$ 2,177.16	
Costos de Reparación				\$ 2,749.90						\$ 3,144.80	
Costos de Transporte de Diésel	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
TOTAL EGRESOS	\$ 57,360.00	\$ 91,478.43	\$ 92,186.21	\$ 92,913.24	\$ 96,409.96	\$ 94,427.17	\$ 95,215.16	\$ 96,024.58	\$ 96,856.02	\$ 100,854.87	\$ 98,587.36
I-E	\$ 57,360.00	\$ 91,478.43	\$ 92,186.21	\$ 92,913.24	\$ 96,409.96	\$ 94,427.17	\$ 95,215.16	\$ 96,024.58	\$ 96,856.02	\$ 100,854.87	\$ 98,587.36
VALOR ACTUAL (I-E)	\$ 57,360.00	\$ 76,813.24	\$ 64,998.12	\$ 55,008.51	\$ 47,928.25	\$ 39,417.04	\$ 33,374.18	\$ 28,262.09	\$ 23,936.79	\$ 20,929.25	\$ 17,178.90
VAN	-\$ 542,964.60										

TIEMPO (AÑOS)										
AÑOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TOTAL INGRESOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
EGRESOS										
Instalación Bombeo a Diésel										
Técnico	\$ 31,795.09	\$ 32,659.92	\$ 33,548.27	\$ 34,460.78	\$ 35,398.11	\$ 36,360.94	\$ 37,349.96	\$ 38,365.88	\$ 39,409.43	\$ 40,481.37
Diésel para Funcionamiento	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03	\$ 63,457.03
Mantenimiento Sistema Diésel	\$ 2,236.38	\$ 2,297.21	\$ 2,359.70	\$ 2,423.88	\$ 2,489.81	\$ 2,557.53	\$ 2,627.10	\$ 2,698.56	\$ 2,771.96	\$ 2,847.35
Costos de Reparación				\$ 3,596.40					\$ 4,112.85	
Costos de Transporte de Diésel	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
TOTAL EGRESOS	\$ 99,488.50	\$ 100,414.16	\$ 101,364.99	\$ 105,938.09	\$ 103,344.95	\$ 104,375.50	\$ 105,434.09	\$ 106,521.46	\$ 111,751.26	\$ 108,785.75
I-E	\$ 99,488.50	\$ 100,414.16	\$ 101,364.99	\$ 105,938.09	\$ 103,344.95	\$ 104,375.50	\$ 105,434.09	\$ 106,521.46	\$ 111,751.26	\$ 108,785.75
VALOR ACTUAL (I-E)	\$ 14,556.75	\$ 12,336.84	\$ 10,457.17	\$ 9,176.90	\$ 7,517.10	\$ 6,374.96	\$ 5,407.26	\$ 4,587.23	\$ 4,040.95	\$ 3,303.09

ANEXO 19

ALTERNATIVA 2

**ESCENARIO 2: SISTEMA DE BOMBEO DIÉSEL SIN
SUBSIDIO**

AÑOS	TIEMPO (AÑOS)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL INGRESOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
EGRESOS											
Instalación Bombeo a Diésel Técnico	\$ 57,360,00										
	\$ 24,311,40	\$ 24,972,67	\$ 25,651,93	\$ 26,349,66	\$ 27,066,37	\$ 27,802,58	\$ 28,558,81	\$ 29,335,60	\$ 30,133,53	\$ 30,953,17	
Diésel para Funcionamiento	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78
Mantenimiento Sistema Diésel	\$ 1,710,00	\$ 1,756,51	\$ 1,804,29	\$ 1,853,37	\$ 1,903,78	\$ 1,955,56	\$ 2,008,75	\$ 2,063,39	\$ 2,119,51	\$ 2,177,16	
Costos de Reparación				\$ 2,749,90						\$ 3,144,80	
Costos de Transporte de Diésel	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22
TOTAL EGRESOS	\$ 57,360,00	\$ 275,485,40	\$ 276,193,19	\$ 276,920,22	\$ 280,416,93	\$ 278,434,15	\$ 279,222,14	\$ 280,031,56	\$ 280,863,00	\$ 284,861,85	\$ 282,594,33
I - E	-\$ 57,360,00	-\$ 275,485,40	-\$ 276,193,19	-\$ 276,920,22	-\$ 280,416,93	-\$ 278,434,15	-\$ 279,222,14	-\$ 280,031,56	-\$ 280,863,00	-\$ 284,861,85	-\$ 282,594,33
VALOR ACTUAL (I-E)	-\$ 57,360,00	-\$ 231,321,50	-\$ 194,736,69	-\$ 163,948,29	-\$ 139,403,57	-\$ 116,227,68	-\$ 97,871,07	-\$ 82,419,29	-\$ 69,411,88	-\$ 59,114,09	-\$ 49,242,21
VAN	-\$ 1,477,491,78										

AÑOS	TIEMPO (AÑOS)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TOTAL INGRESOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
EGRESOS										
Instalación Bombeo a Diésel Técnico	\$ 31,795,09	\$ 32,659,92	\$ 33,548,27	\$ 34,460,78	\$ 35,398,11	\$ 36,360,94	\$ 37,349,96	\$ 38,365,88	\$ 39,409,43	\$ 40,481,37
Diésel para Funcionamiento	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78	\$ 241,841,78
Mantenimiento Sistema Diésel	\$ 2,236,38	\$ 2,297,21	\$ 2,359,70	\$ 2,423,88	\$ 2,489,81	\$ 2,557,53	\$ 2,627,10	\$ 2,698,56	\$ 2,771,96	\$ 2,847,35
Costos de Reparación				\$ 3,596,40						\$ 4,112,85
Costos de Transporte de Diésel	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22	\$ 7,622,22
TOTAL EGRESOS	\$ 283,495,48	\$ 284,421,13	\$ 285,371,97	\$ 289,945,06	\$ 287,351,93	\$ 288,382,48	\$ 289,441,06	\$ 290,528,44	\$ 295,758,24	\$ 292,792,72
I - E	-\$ 283,495,48	-\$ 284,421,13	-\$ 285,371,97	-\$ 289,945,06	-\$ 287,351,93	-\$ 288,382,48	-\$ 289,441,06	-\$ 290,528,44	-\$ 295,758,24	-\$ 292,792,72
VALOR ACTUAL (I-E)	-\$ 41,479,90	-\$ 34,943,85	-\$ 29,439,99	-\$ 25,116,52	-\$ 20,901,40	-\$ 17,613,57	-\$ 14,844,18	-\$ 12,511,29	-\$ 10,694,68	-\$ 8,890,14