**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

**Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas**

**Sistema de monitorización y gestión del consumo eléctrico   
Energy Motor**

**Curso:** *Programación Web 2*

**Docente:** *Mag. Enrique Félix Lanchipa Valencia*

**Integrantes:**

Mamani Condori, Gilmer Donaldo (2012042779)  
Chata Choque, Brant Anthony (2020067577)  
Vilca Condori, Erlang Fernando (2019064024)

**Tacna – Perú**

***2025***

Sistema de monitorización y gestión del consumo eléctrico *Energy Motor*

Informe de Factibilidad

Versión *1.0*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CONTROL DE VERSIONES | | | | | |
| Versión | Hecha por | Revisada por | Aprobada por | Fecha | Motivo |
| 1.0 | MPV | ELV | ARV | 10/10/2020 | Versión Original |

**INDICE GENERAL**

[**1.** **Descripción del Proyecto** 4](#_Toc212561369)

[**2** **Riesgos** 5](#_Toc212561370)

[**3** **Análisis de la Situación actual** 6](#_Toc212561371)

[**4** **Estudio de Factibilidad** 7](#_Toc212561372)

[**4.4** **Factibilidad Técnica** 7](#_Toc212561373)

[**4.5** **Factibilidad Económica** 8](#_Toc212561374)

[**4.6** **Factibilidad Operativa** 9](#_Toc212561375)

[**4.7** **Factibilidad Legal** 10](#_Toc212561376)

[**4.8** **Factibilidad Social** 10](#_Toc212561377)

[**4.9** **Factibilidad Ambiental** 11](#_Toc212561378)

[**5** **Análisis Financiero** 11](#_Toc212561379)

[**6** **Conclusiones** 13](#_Toc212561380)

**Informe de Factibilidad**

1. **Descripción del Proyecto**
   1. **Nombre del proyecto**

EnergyMotor — Sistema de monitorización y gestión del consumo eléctrico

* 1. **Duración del proyecto**

La duración del Proyecto será de 04 meses.

* 1. **Descripción**

EnergyMotor es una aplicación web para monitorizar en tiempo real y analizar el consumo eléctrico de equipos o instalaciones. Permite visualizar series temporales (W), históricos en kWh, generar alertas por umbrales y consultar lecturas recientes. Está diseñada para pequeñas empresas, laboratorios o proyectos educativos que necesiten detectar consumos anómalos y optimizar gastos energéticos.

**1.4 Objetivos**

**1.4.1 Objetivo general**

Desarrollar e implementar un sistema web de monitorización y gestión del consumo eléctrico en tiempo real que permita visualizar, analizar y optimizar el uso de energía eléctrica en pequeñas empresas, laboratorios o proyectos educativos, mediante una plataforma accesible y de fácil interpretación.

* + 1. **Objetivos Específicos**

1. Diseñar e implementar una interfaz web responsive que muestre gráficos en tiempo real y tablas históricas del consumo eléctrico
2. Desarrollar un backend RESTful robusto para la ingestión, procesamiento y consulta de datos de consumo energético
3. Implementar un sistema de alertas configurables que notifique cuando se superen umbrales de consumo predefinidos
4. Crear módulos de reporting que permitan exportar datos para análisis posterior y toma de decisiones
5. Garantizar la escalabilidad y seguridad del sistema mediante prácticas de desarrollo seguras y arquitectura modular
6. **Riesgos**

• Riesgo: Pérdida de datos por fallo del servidor.

• Impacto: Alto. Mitigación: backups automáticos, replicación, retención temporal local en agentes.

• Riesgo: Latencia / sobrecarga por polling muy frecuente.

•Impacto: Medio. Mitigación: aumentar intervalo, WebSockets

• Riesgo: Inexactitud de lecturas (calibración).

• Impacto: Medio. Mitigación: validaciones en ingestión, filtros, registros de calidad.

• Riesgo: Vulnerabilidades de seguridad (exposición de endpoints).

• Impacto: Alto. Mitigación: autenticación, autorización, HTTPS, sanitizar entradas, límites de petición.

• Riesgo: Cumplimiento legal (protección de datos personales).

• Impacto: Medio. Mitigación: anonimizar datos, políticas de privacidad, registro de consentimientos.

• Riesgo: Dependencia de stack específico (.NET 4.7.2) que dificulta portabilidad.

• Impacto: Bajo/Medio. Mitigación: plan de modernización a .NET Core/NET 6+ cuando sea viable.

1. **Análisis de la Situación actual**
   1. **Planteamiento del problema**

En el contexto actual de creciente costo energético y conciencia ambiental, las pequeñas y medianas empresas enfrentan el desafío de monitorizar eficientemente su consumo eléctrico. La falta de herramientas accesibles y económicas para esta purpose genera desconocimiento sobre patrones de consumo, impidiendo la detección temprana de ineficiencias y el establecimiento de medidas correctivas.

**Situación Actual:** Actualmente, muchas organizaciones dependen de lecturas manuales de medidores eléctricos o sistemas legacy que no proporcionan datos en tiempo real. Esto resulta en:

* Detección tardía de consumos anómalos o equipos defectuosos
* Incapacidad para identificar horarios pico de consumo
* Falta de historial data para análisis comparativos
* Desconocimiento del impacto económico de medidas de eficiencia energética

**Problemática Central:** La imposibilidad de acceder a datos granularizados y en tiempo real sobre el consumo eléctrico genera gastos innecesarios, reduce la competitividad empresarial y limita la implementación de estrategias efectivas de optimización energética.

* 1. **Consideraciones de hardware y software**
* *Plataformas de Monitorización Comerciales: Soluciones como Schneider Electric o Siemens ofrecen funcionalidades similares pero con costos prohibitivos para PYMEs*
* *Sistemas Open Source: Plataformas como OpenEnergyMonitor requieren conocimientos técnicos avanzados para implementación y personalización*
* *Soluciones DIY: Requieren integración manual de componentes y desarrollo personalizado*

***Hardware:***

* **Servidor:** Mínimo 2 cores, 4GB RAM, 50GB almacenamiento (equivalente AWS t3.medium o Azure B2MS)
* **Dispositivos de Medición:** Sensores IOT con conectividad WiFi/Ethernet (ej. ESP32 con sensores de corriente)
* **Infraestructura de Red:** Conexión internet estable ≥10 Mbps, router con capacidades QoS

***Software:***

* **Backend:** [ASP.NET](https://asp.net/) sobre .NET Framework 4.7.2 (compatibilidad enterprise)
* **Frontend:** Razor Views, Chart.js, JavaScript ES6+, HTML5/CSS3
* **Base de Datos:** SQL Server 2019 Express (hasta 10GB) o PostgreSQL
* **Servidor Web:** IIS 10.0 o superior
* **Navegadores Soportados:** Chrome 70+, Firefox 65+, Edge 79+, Safari 12+

Justificación Tecnológica: La selección se basa en madurez de tecnologías, compatibilidad empresarial, disponibilidad de talento y costos de licenciamiento. .NET Framework ofrece robustez para aplicaciones enterprise, mientras Chart.js proporciona visualizaciones modernas sin costos adicionales.

1. **Estudio de Factibilidad**

Determinar la viabilidad integral del proyecto EnergyMotor considerando aspectos técnicos, económicos, operativos, legales, sociales y ambientales para garantizar su éxito sostenible.

**Actividades Realizadas:**

* Análisis de requerimientos con stakeholders potenciales
* Benchmarking de soluciones existentes en el mercado
* Evaluación técnica de arquitecturas alternativas
* Estimación de costos y beneficios cuantificables
* Revisión de marco regulatorio aplicable
  1. **Factibilidad Técnica**

**Hardware Disponible:**

* Servidores virtuales con especificaciones compatibles (4 vCPUs, 8GB RAM, 100GB SSD)
* Infraestructura de red corporativa con redundancia
* Dispositivos IoT para pruebas piloto (ESP32, Arduino con sensores ACS712)

**Software y Licencias:**

* Licencias Microsoft disponibles para entorno de desarrollo
* Herramientas de desarrollo: Visual Studio 2019/2022 (Community/Enterprise)
* Control de versiones: GitHub/GitLab
* Entornos testing: disponibilidad de staging servers

**Capacidades Técnicas del Equipo:**

* Experiencia en desarrollo .NET Framework (3 desarrolladores senior)
* Conocimientos en JavaScript frontend (2 desarrolladores full-stack)
* Administración SQL Server (1 DBA parcial)

**Infraestructura Requerida:**

* **Hosting:** Azure App Service o AWS EC2
* **Base de Datos:** Azure SQL Database o AWS RDS
  1. **Factibilidad Económica**
     1. **Costos Generales**

| Concepto | Especificaciones | Costo Unitario | Cantidad | Total | Periodicidad |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Material oficina | Papelería, supplies | $50 | 1 | $50 | Único |
| Cartuchos tinta | Impresora color | $40 | 2 | $80 | Trimestral |
| Licencias software | VS Enterprise, Office | $300 | 3 | $900 | Anual |
| **Subtotal** |  |  |  | **$1,030** |  |

* + 1. **Costos operativos durante el desarrollo**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Concepto | Costo Mensual | 6 Meses | Observaciones |
| Electricidad | $80 | $480 | Aumento por equipos testing |
| Internet | $70 | $420 | Banda ancha dedicada |
| Rentas oficina | $400 | $2,400 | Espacio coworking |
| Servicios varios | $50 | $300 | Agua, limpieza, etc. |
| **Subtotal** | **$600** | **$3,600** |  |

* + 1. **Costos del ambiente**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Concepto | Costo Inicial | Costo Mensual | Anual | Observaciones |
| Dominio | $15 | - | $15 | Registro anual |
| Hosting producción | - | $120 | $1,440 | Azure B2MS |
| Base datos | - | $80 | $960 | Azure SQL S1 |
| Certificado SSL | $90 | - | $90 | Wildcard certificate |
| Monitoreo | - | $30 | $360 | Azure Monitor |
| **Subtotal** | **$105** | **$230** | **$2,865** |  |

* + 1. Costos de personal

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Rol | Cantidad | Horas/Día | Días/Mes | Salario Mensual | 6 Meses | Responsabilidades |
| Project Manager | 0.5 | 4 | 20 | $1,200 | $7,200 | Coordinación, seguimiento |
| Dev Backend | 2 | 8 | 22 | $4,000 | $24,000 | API, lógica negocio |
| Dev Frontend | 1 | 8 | 22 | $2,000 | $12,000 | UI/UX, dashboards |
| DBA | 0.5 | 4 | 20 | $1,000 | $6,000 | Modelo datos, optimización |
| QA Tester | 0.5 | 4 | 20 | $800 | $4,800 | Pruebas, validación |
| **Total** | **4.5 FTE** |  |  | **$9,000** | **$54,000** |  |

* + 1. Costos totales del desarrollo del sistema

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Concepto | Costo 6 Meses | Costo Anual Operación |
| Costos generales | $1,030 | $400 |
| Costos operativos | $3,600 | $7,200 |
| Costos ambiente | $1,485 | $2,865 |
| Costos personal | $54,000 | $0 |

* 1. **Factibilidad Operativa**

**Capacidad de Mantenimiento:**

* El cliente cuenta con personal técnico capaz de administrar servidores Windows
* Documentación exhaustiva garantiza transferencia de conocimiento
* Arquitectura modular facilita mantenimiento por componentes

**Beneficios Operativos:**

* Reducción de 30-50% en tiempo de detección de anomalías eléctricas
* Automatización de reportes que actualmente son manuales
* Capacitación requerida: ≤ 8 horas para administradores

**Impacto en Usuarios:**

* Curva de aprendizaje suave (interfaz intuitiva)
* Reducción de carga laboral en monitoreo manual
* Mejora en la toma de decisiones operativas

**Lista de Interesados:**

* Administradores de facilities (usuarios directos)
* Dirección financiera (beneficiarios de ahorros)
* Departamento de sostenibilidad (reporting ambiental)
* TI corporativo (mantenimiento infraestructura)
  1. **Factibilidad Legal**

**Regulaciones Aplicables:**

* **LOPD/GDPR:** Si se almacenan datos personales, requiere consentimiento explícito y políticas de privacidad
* **Ley de Servicios de la Sociedad de la Información (LSSI):** Requisitos de información y contratación electrónica
* **Reglamento Electrotécnico:** Cumplimiento en instalaciones de medida

**Mitigación de Riesgos Legales:**

* Anonimización de datos de consumo (disociación de personas físicas)
* Términos y condiciones que limitan responsabilidad por mal uso
* Política de privacidad conforme a GDPR
* Contratos de nivel de servicio para versiones SaaS
  1. **Factibilidad Social**

**Impacto Social Positivo:**

* Concienciación sobre eficiencia energética en organizaciones
* Creación de empleo especializado en tecnologías IoT

**Aspectos Culturales y Éticos:**

* Promueve cultura de sostenibilidad y responsabilidad ambiental
* Código de conducta: transparencia en uso de datos
* Equidad de acceso para diferentes tipos de organizaciones
  1. **Factibilidad Ambiental**

**Impacto Ambiental Directo:**

* Reducción estimada del 5-15% en consumo energético de usuarios
* Digitalización elimina uso de papel en reportes
* Optimización de recursos energéticos

**Huella de Carbono del Proyecto:**

* Servidores cloud con certificación verde (Azure/AWS renewable energy)
* Dispositivos IoT de bajo consumo (≤ 5W por unidad)

**Contribución a ODS:**

* ODS 7: Energía asequible y no contaminante
* ODS 9: Industria, innovación e infraestructura
* ODS 12: Producción y consumo responsables

1. **Análisis Financiero**
   1. **Justificación de la Inversión**

***5.1.1 Beneficios* del Proyecto**

**Beneficios Tangibles:**

* Ahorro energético estimado: 8% del consumo anual (promedio industria)
* Reducción de 40% en tiempo de detección de fallos
* Eliminación de costos de soluciones comerciales ($5,000-20,000/año)
* Disminución de 60% en horas-hombre dedicadas a monitorización manual

**Beneficios Intangibles:**

* Mejora en la toma de decisiones estratégicas
* Aumento de la conciencia energética corporativa
* Ventaja competitiva por innovación tecnológica
* Mejora de imagen corporativa (sostenibilidad)
* Preparación para regulaciones energéticas futuras

**5.1.2 Criterios de Inversión**

***5.1.2.1 Relación Beneficio/Costo (B/C)***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | Inversión | Beneficios | Costos Operativos | Flujo Neto |
| 0 | $60,115 | $0 | $0 | -$60,115 |
| 1 | $0 | $25,000 | $10,465 | $14,535 |
| 2 | $0 | $26,750 | $10,779 | $15,971 |
| 3 | $0 | $28,623 | $11,102 | $17,521 |
| 4 | $0 | $30,626 | $11,435 | $19,191 |
| 5 | $0 | $32,770 | $11,778 | $20,992 |

*Cálculo B/C:*

*Valor Actual Beneficios: $98,724*

*Valor Actual Costos: $60,115 + $34,892 = $94,997*

*Relación B/C = 1.04*

*Interpretación: B/C > 1, el proyecto es económicamente viable.*

***5.1.2.2 Valor Actual Neto (VAN)***

*VAN = Suma(Flujos Descontados) - Inversión Inicial*

*Flujos descontados: $12,977 + $12,737 + $12,474 + $12,197 + $11,912 = $62,297*

*VAN = $62,297 - $60,115 = $2,182*

**5.1.2.3 Tasa Interna de Retorno (TIR)**

*TIR = 13.8%*

*COK = 12%*

*Interpretación: TIR (13.8%) > COK (12%), el proyecto es rentable.*

1. **Conclusiones**
2. **Viabilidad Técnica:** CONFIRMADA - Los recursos tecnológicos existentes son suficientes y la arquitectura propuesta es robusta y escalable.
3. **Viabilidad Económica:** CONFIRMADA - Aunque la inversión inicial es significativa ($60,115), los indicadores financieros (B/C=1.04, VAN=$2,182, TIR=13.8%) demuestran rentabilidad a 5 años.
4. **Viabilidad Operativa:** ALTA - La organización cuenta con capacidades para operar y mantener el sistema, con curva de aprendizaje manejable.
5. **Viabilidad Legal:** CONDICIONADA - Sujeta a implementación de medidas de protección de datos y cumplimiento regulatorio.
6. **Viabilidad Social:** ALTA - El proyecto genera impactos sociales positivos en sostenibilidad y conciencia energética.
7. **Viabilidad Ambiental:** ALTA - Contribuye significativamente a la optimización de recursos energéticos.

**Recomendación Final:** El proyecto EnergyMotor es VIABLE en todas sus dimensiones. Se recomienda su implementación iniciando con una fase piloto de 3 meses para validar supuestos técnicos y de mercado, seguida de despliegue progresivo. El punto de equilibrio se alcanza en el año 4, con retorno de inversión completo en el año 5.