

# **PROPUESTA TÉCNICO-ECONÓMICA**

## **Calculadora País 4C de Huella de Carbono - ETAPA 1**

**Cliente:** FICEM (Federación Interamericana del Cemento)

**Fecha:** Octubre 2025

**Período de ejecución:** Octubre 2025 - Marzo 2026 (26 semanas)

---

### **1. RESUMEN EJECUTIVO**

La Calculadora País 4C permitirá a FICEM gestionar de manera centralizada el cálculo de huella de carbono para productos de clinker, cementos y concretos de empresas de América Latina, siguiendo los estándares oficiales GCCA (Global Cement and Concrete Association) y las metodologías de la Calculadora 3C de FICEM.

#### **Inversión Total**

**\$25,000 USD**

#### **Modelo Operativo Etapa 1**

**Operador Centralizado:** FICEM procesa todos los datos de las empresas mediante una aplicación web especializada, eliminando la necesidad de que cada empresa tenga acceso directo al sistema.

#### **Relación con Calculadora 3C Corporativa**

La Calculadora País 4C es **complementaria** a la Calculadora 3C, no una versión mejorada. Ambas tienen propósitos distintos:

**Calculadora 3C** (Individual Corporativa):

- Gestión detallada por empresa (planta por planta, línea por línea)
- Reportería corporativa propia
- Requiere contratación individual

**Calculadora País 4C** (Agregada Sectorial) - Lo que NO hace la 3C:

- ☐ **Agregación multi-empresa:** Consolida datos de todas las empresas participantes bajo control de FICEM
- ☐ **Benchmarking anónimo:** Genera rangos percentiles (P25, P50, P75) sin exponer identidades
- ☐ **Reportería nacional:** Produce indicadores que FICEM presenta ante organismos internacionales
- ☐ **Visión LATAM:** Compara desempeño de Perú vs otros países de la región
- ☐ **Inclusión universal:** Permite participar a empresas sin calculadora 3C mediante Excel anualizado
- ☐ **Control gremial:** FICEM valida consistencia y genera reportes sectoriales

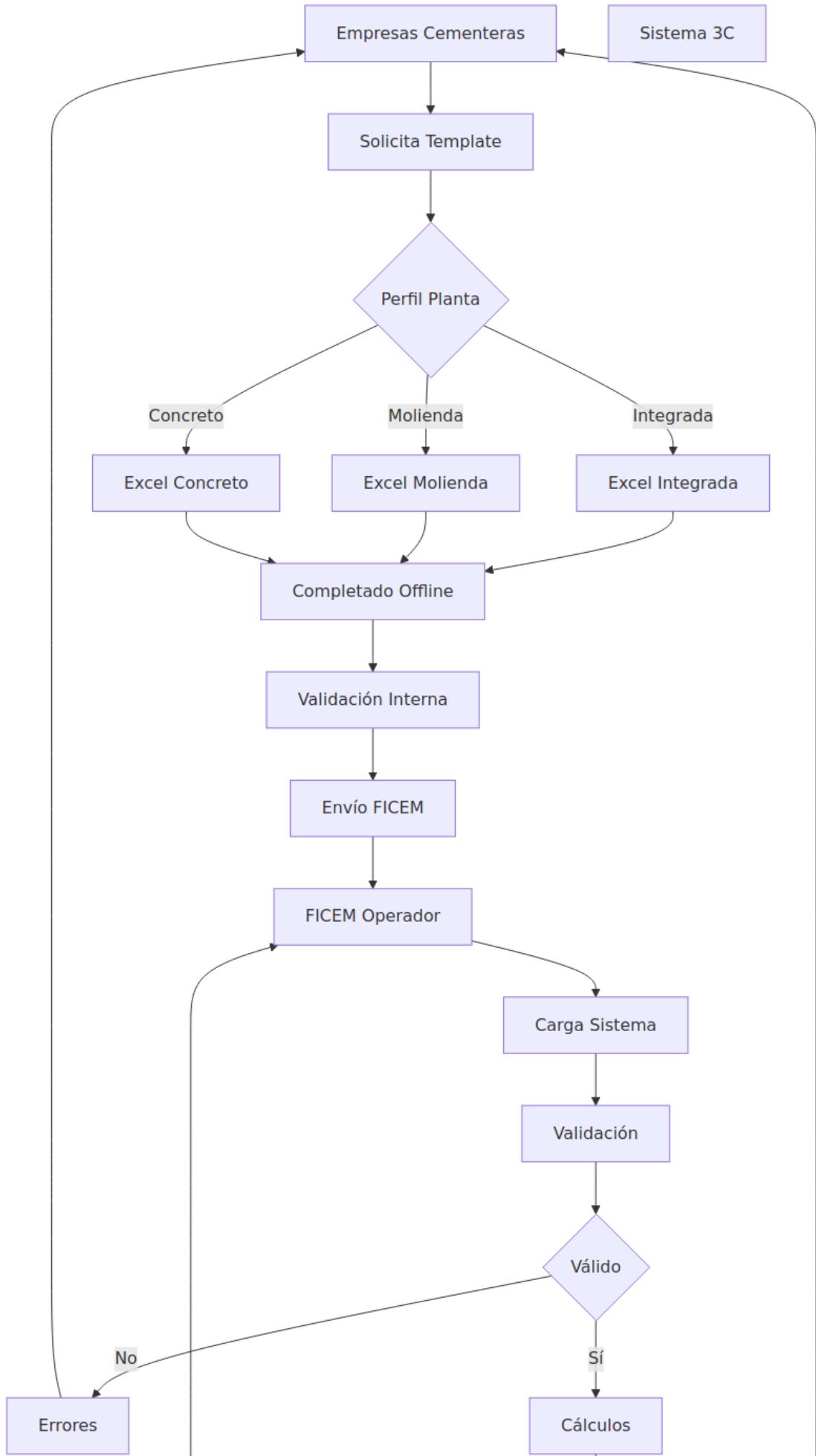
Las empresas **con** 3C pueden exportar automáticamente (ahorro de tiempo). Las que **no** la tienen pueden participar igualmente con datos anualizados simplificados.

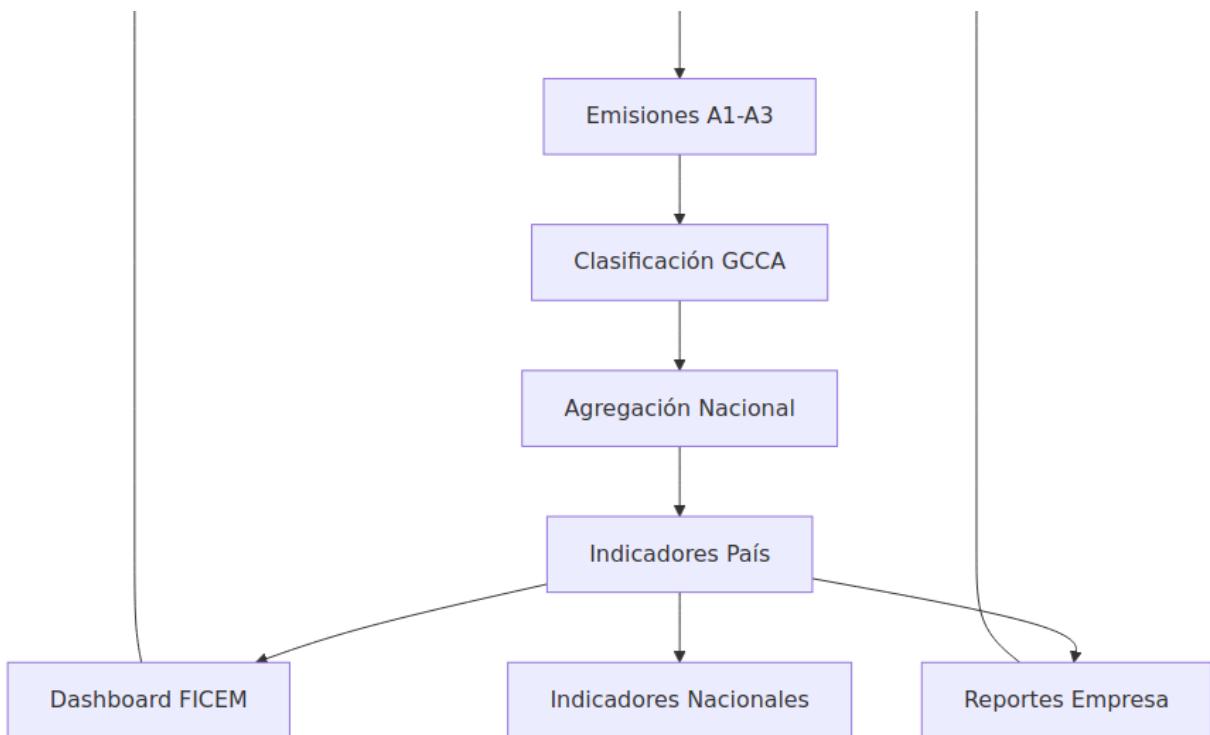
---

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La Calculadora País 4C transforma datos operativos dispersos en indicadores estandarizados de huella de carbono, facilitando la gestión centralizada por FICEM y proporcionando valor agregado tanto a nivel federativo como empresarial.

### Flujo Operativo





## Cómo Funciona el Sistema

### 1. Recopilación Inteligente de Datos

El sistema ofrece **dos modalidades de captura** para incluir a todo el sector:

- **Opción A - Empresas sin Calculadora 3C:** Plantilla Excel anualizada simplificada con datos agregados de producción, consumos energéticos totales y materiales. Periodicidad anual, alineada con inventarios GEI corporativos. El sistema provee template, validaciones automáticas y soporte para llenado correcto.
- **Opción B - Empresas con Calculadora 3C:** Exportación automática desde su calculadora corporativa existente, eliminando re-ingreso manual. Durante Fase 1 se actualiza la calculadora 3C con módulo de exportación.

Ambas modalidades alimentan el mismo motor de cálculos GCCA. La gestión de empresas sin calculadora **está incluida** en el proyecto.

### 2. Validación Multinivel

Al cargar cada archivo, el sistema ejecuta validaciones automáticas que van desde verificación de formato (estructura de hojas, campos requeridos) hasta coherencia de datos (rangos esperados, sumas de composiciones al 100%, consistencia entre volúmenes y densidades). Los errores se reportan de inmediato con indicaciones precisas para su corrección, minimizando ciclos de retroalimentación.

### 3. Motor de Cálculos GCCA

El corazón del sistema procesa las emisiones siguiendo rigurosamente el protocolo GCCA. Calcula emisiones de proceso (calcinación del clinker), combustibles (considerando factores de emisión específicos por tipo), y electricidad. Para concreto, integra la huella del cemento con las emisiones de transporte y producción de agregados. Los resultados típicos oscilan entre 750-950 kg CO<sub>2</sub>e/ton para clinker, 400-900 kg CO<sub>2</sub>e/ton para cemento, y 150-500 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup> para concreto.

#### **4. Clasificación y Benchmarking**

Cada producto calculado se clasifica automáticamente en bandas GCCA (A-G para cementos, AA-F para concretos) comparándolo contra benchmarks internacionales. Simultáneamente, el sistema agrega datos de forma anónima para construir curvas de referencia por país y región, permitiendo que cada empresa visualice su posición relativa sin exponer identidades.

#### **5. Generación de Reportes y Curvas**

FICEM accede a un dashboard consolidado con métricas nacionales, promedios por categoría, y evolución temporal. Cada empresa recibe reportes individuales con su clasificación GCCA, gráficos comparativos anónimos de CO<sub>2</sub> vs resistencia (para concretos), y recomendaciones basadas en su posicionamiento. Los indicadores agregados se exportan para análisis sectoriales y comunicación institucional.

---

## **3. ALCANCE Y ENTREGABLES**

### **3.1 Sistema Core**

#### **FASE 1: Generador Excel, Validación e Integración Calculadoras**

##### **Entregables:**

- Generador dinámico de plantillas Excel personalizadas según perfil de empresa
- Sistema de validación de estructura y datos
- Templates validados con 3 empresas piloto (2 con calculadora corporativa)
- Upgrade completo de 2 calculadoras corporativas 3C existentes
- Módulo de exportación automática desde calculadoras a formato Excel
- Definiciones técnicas acordadas (metodologías de medición de resistencia, etc.)
- Formato Excel definitivo estandarizado

## **Funcionalidades:**

- Generación de 5-10 hojas Excel según tipo de planta (integrada, molienda, concreto)
- Validaciones de datos integradas (listas desplegables, rangos numéricos)
- Instrucciones contextuales por tipo de empresa
- Detección automática de errores de formato
- Exportación directa desde calculadoras corporativas sin re-ingreso manual

## **FASE 2: Sistema Principal y Cálculos**

### **Entregables:**

- Base de datos operativa (SQLite) con modelos completos
- Motor de cálculos para productos de cemento (A1: Clinker, A2: Cemento)
- Motor de cálculos para productos de concreto (A3)
- Sistema de clasificación GCCA (bandas A-G para cemento, AA-F para concreto)
- Interfaz web para operador FICEM
- Sistema validado con datos reales de 5+ empresas

### **Funcionalidades de cálculo:**

- Factor clínker/cemento por tipo de producto
- Emisiones de proceso (calcinación)
- Emisiones por combustibles (integración con datos GCCA)
- Huella de carbono por m<sup>3</sup> de concreto
- Indicadores por resistencia (f'c)
- Clasificación automática según benchmarks internacionales

## **FASE 3: Interfaz y Reportes**

### **Entregables:**

- Dashboard principal con métricas clave
- Sistema de carga masiva de archivos Excel
- Reportes individuales por empresa (Excel)
- Reportes comparativos simplificados
- Sistema de exportación de resultados

### **Funcionalidades:**

- Filtros dinámicos por país/empresa/año

- Visualización de resultados de cálculos
- Indicadores de progreso de procesamiento
- Exportación personalizable de datos

## 3.2 Base de Datos de Benchmarking (Fase Continua)

### Alcance:

- Diseño e implementación de repositorio de referencias
- Sistema de agregación anónima de datos por país/región
- Visualizaciones comparativas (curvas CO2 vs resistencia, indicadores sectoriales)
- Integración en reportes empresariales
- Actualización continua durante todo el proyecto

**Beneficio:** Cada empresa recibirá contexto comparativo anónimo que le permita evaluar su desempeño relativo y identificar oportunidades de mejora.

---

## 4. ARQUITECTURA TÉCNICA

### Stack Tecnológico

- **Frontend/Interface:** Streamlit (Python)
- **Backend:** Python 3.8+
- **Base de datos:** SQLite
- **Procesamiento:** Pandas, SQLAlchemy
- **Generación Excel:** openpyxl

### Justificación Técnica

- **Streamlit:** Desarrollo rápido de interfaces especializadas para operador único
  - **SQLite:** Adecuado para volumen de datos esperado (50-100 empresas/año)
  - **Python:** Ecosistema robusto para procesamiento de datos científicos
- 

## 5. CRONOGRAMA DETALLADO

### Estructura Temporal

**Duración:** 26 semanas (01 octubre 2025 - 31 marzo 2026)

Fase	Semanas	Período	Costo
<b>Fase 1: Excel, Validación + Calculadoras</b>	1-8	Oct-Nov 2025	\$6,000
<b>Fase 2: Sistema y Cálculos</b>	9-15	Dic 2025 - Ene 2026	\$9,500
<b>Fase 3: Interfaz y Reportes</b>	16-20	Ene-Feb 2026	\$4,900
<b>Fase 4: Retroalimentación y Mejoras</b>	21-26	Feb-Mar 2026	\$1,900
<b>Base Datos Benchmarking (continua)</b>	10-26	Ene-Mar 2026	\$2,700
<b>TOTAL</b>	<b>26 semanas</b>	-	<b>\$25,000</b>

## Hitos Clave

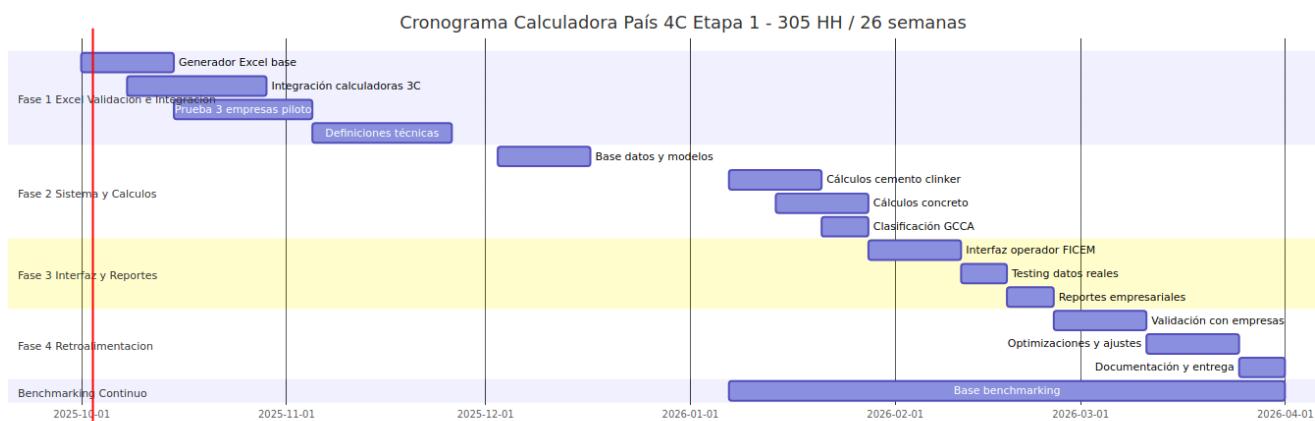
**26 Nov 2025 (Semana 8):** Formato Excel validado + Upgrade calculadoras completado

**14 Ene 2026 (Semana 15):** Motor de cálculos A1-A3 operativo

**18 Feb 2026 (Semana 20):** Sistema completo en producción

**31 Mar 2026 (Semana 26):** Entrega final optimizada y validada

## Visualización Gantt



## 6. GESTIÓN DE RIESGOS

# Riesgos Identificados y Mitigación

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Mitigación
Formatos Excel variables por empresa	Media	Alto	Validación temprana (semanas 3-8) con 3 empresas piloto
Definiciones técnicas requieren consenso extenso	Media	Medio	8 semanas en Fase 1 permiten discusiones técnicas necesarias
Datos reales incompletos para benchmarking	Media	Bajo	Sistema de agregación flexible, enriquecimiento continuo
Período vacacional afecta continuidad	Alta	Medio	Cronograma planificado con semanas intensas pre y post-vacaciones
Cambios en especificaciones GCCA	Baja	Alto	Arquitectura modular permite ajustes rápidos

## Supuestos Críticos

- 3 empresas comprometidas para validación inicial (semanas 3-8)
- 2 de las 3 empresas piloto tienen calculadoras corporativas accesibles para upgrade

---

## 7. BENEFICIOS Y VALOR GENERADO

### Para FICEM

- ☐ **Control centralizado** del proceso de cálculo para toda la región
- ☐ **Estandarización** de metodología GCCA en América Latina
- ☐ **Visibilidad sectorial** mediante benchmarking anónimo
- ☐ **Reducción de tiempos** de procesamiento anual
- ☐ **Base sólida** para Etapa 2 (portal empresarial)

### Para Empresas Participantes

- ☐ **Templates Excel claros** adaptados a su perfil operativo
- ☐ **Clasificación GCCA oficial** de sus productos

- ☐ **Reportes comparativos** anónimos (benchmarking)
- ☐ **Upgrade de calculadoras corporativas** 3C existentes con exportación automática (2 empresas)
- ☐ **Reducción de errores** mediante validaciones automáticas
- ☐ **Eliminación de re-ingreso manual** para empresas con calculadora

## ROI Esperado

- **Tiempo ahorrado:** La automatización de validaciones, cálculos y clasificación GCCA elimina procesos manuales iterativos y reduce significativamente los ciclos de corrección
  - **Precisión mejorada:** Eliminación de errores de cálculo manual
  - **Escalabilidad:** Sistema preparado para crecer de 10 a 100+ empresas
  - **Conocimiento sectorial:** Base de datos de benchmarking construida progresivamente
- 

## 8. PROYECCIÓN FUTURA - ETAPA 2

### Visión de Escalamiento

Una vez validado el proceso en Etapa 1, la **Etapa 2** transformará el modelo operativo:

**Modelo futuro:** Portal de autoservicio donde cada empresa gestiona sus datos directamente

**Tecnologías:** React/Vue + FastAPI + PostgreSQL + Hosting cloud escalable

#### Nuevas funcionalidades:

- Autenticación por empresa
- Formularios web dinámicos (eliminación de Excel)
- Dashboards interactivos en tiempo real
- API REST para integraciones
- Gestión multi-año
- Infraestructura de hosting profesional

**Criterio de activación:** Proceso validado y estable en Etapa 1 + propuesta técnico-económica detallada de Etapa 2

---

# 9. CONDICIONES COMERCIALES

## Modalidad de Pago

### Por Fase (Recomendada):

- **Pago 1 (20% inicial)** al firmar contrato: **\$5,000** (01 Oct 2025)
- **Pago 2 (Fase 1)** al completar Excel + Calculadoras: **\$6,000** (26 Nov 2025)
- **Pago 3 (Fase 2)** al completar motor de cálculos: **\$9,500** (14 Ene 2026)
- **Pago 4 (Fase 3)** al completar interfaz y reportes: **\$4,900** (18 Feb 2026)
- **Pago 5 (Fase 4 + Benchmarking)** entrega final completa: **\$4,600** (31 Mar 2026)

**Total:** \$25,000 distribuido en 5 pagos alineados a entregables concretos

*Nota: El componente de Benchmarking (\$2,700) se desarrolla de forma continua desde enero hasta marzo y se liquida en el pago final.*

## Incluye

- Código fuente completo con licencia de uso
- Documentación técnica completa
- Documentación de usuario para operador FICEM
- Manual de resolución de problemas
- 4 meses de soporte post-entrega (ajustes menores)
- Transferencia de conocimiento

## Garantía

- **Funcionalidad:** El sistema cumplirá con todas las especificaciones detalladas
- **Correcciones:** Bugs críticos corregidos sin costo durante 30 días post-entrega
- **Soporte:** Consultas técnicas respondidas durante período de garantía

---

**Fecha de vigencia de la propuesta:** 30 días

**Firma de conformidad:**

---

**Carlos Enrique Pinilla Matamala**

Omniscien Analítica Ambiental

Desarrollador Principal

---

*Documento generado: Octubre 2025*

*Versión: 1.0 - Propuesta Técnico-Económica Etapa 1*