

## **JESUS MARIA VELASQUEZ BERMUDEZ**

[jvelasquez@decisionware-ltd.com](mailto:jvelasquez@decisionware-ltd.com)

### ***EDUCACION UNIVERSITARIA :***

- Estudiante e Investigador del Programa de Doctorado en Ingeniería (Ph. D.) en Sistemas Energéticos de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Tema de Tesis: Modelos de Equilibrio en Mercados Energéticos que incluyen Instrumentos Financieros para Cubrimiento de Riesgos (fecha de entrega prevista primer semestre 2004).
- Estudios a nivel postgrado sin culminar (tesis pendiente) en Magister Scientiorum (M. Sc.) en Economía en la Universidad de Los Andes (Bogotá, 1985)
- Estudios a nivel postgrado sin culminar (tesis pendiente) en Magister Scientiorum (M. Sc.) en Planificación e Ingeniería de Recursos Hídricos en la Universidad Simón Bolívar (Caracas, 1976-78).
- Magister Scientiorum (M. Sc.) en Ingeniería Industrial de la Universidad de Los Andes (Bogotá, 1975).
- Ingeniero Industrial de la Universidad de Los Andes (Bogotá, 1975).

### ***PREMIOS CIENTIFICOS:***

- 1998 Premio **ACIEM ENERCOL 98 A LA INGENIERIA COLOMBIANA** otorgado al trabajo "**SISTEMA SHTG/COLOMBIA. DESPACHO INTEGRADO DE ELECTRICIDAD Y GAS, VERSIÓN COLOMBIA**" durante la XV Conferencia Energética Colombiana –ENERCOL 98- organizada por la Asociación Colombiana de Ingenieros Electricistas, Mecánicos, Electrónicos y Afines (1998).
- 1986 Premio **ALBERTO LEON BETANCOURT en Investigación Operacional, mención Investigación Original**, otorgado al trabajo "**P.D.S.: ALGORITMO PRIMAL-DUAL SUBROGADO**" durante el IX Congreso Colombiano de Cálculo Electrónico e Investigación Operacional organizado por ACCIO (Asociación Colombiana de Calculo Electrónico e Investigación Operacional) (1986).

### ***EXPERIENCIA ACADEMICA/INVESTIGATIVA:***

- 2003- CITAD -Centro de Investigación Tecnologías Avanzadas de Decisión “Carlos Jordana”-, Universidad de La Sabana, Bogotá
  - Director
- 2002 Universidad de La Sabana, Bogotá.
  - Responsable del Proyecto de reestructuración de los cursos relacionados con la Investigación de Operaciones en los programas académicos de Ingeniería Industrial e Ingeniería de Producción Agroindustrial.
- Profesor de las siguientes instituciones:
  - 2002 Coordinador Académico del Diplomado "Optimización de Operaciones Industriales". Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá.
  - 1995-98 Programa de Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
  - 1990-91 Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Los Andes, Bogotá.
  - 1975-82 Departamento de Procesos y Sistemas. Universidad Simón Bolívar, Caracas.
    - Materias dictadas: Planificación de la Cadena de Suministro, Planificación Estratégica de Riesgos Financieros, Optimización de Sistema de Gran Escala, Programación No-lineal, Programación Lineal, Programación Dinámica, Teoría de Control, Simulación, Análisis de Sistemas Dinámicos con Incertidumbre, Teoría de Colas, Teoría de Inventarios, Análisis de Sistemas de Recursos Hidráulicos
- Conferencista Invitado:
  - CEARE, Universidad de Buenos Aires (2002)
  - Instituto de Estudios Energéticos, Fundación Bariloche (IDEE/FB), Bariloche (2001)
  - Universidad Politécnica de Madrid, Madrid (1999)
  - Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia de Comillas, Madrid (1999)
- Cursos dictados como profesor independiente:

- Planificación Estratégica de Riesgos Financieros
- Optimización y Negociación en el Sector Energético
- Planificación y Programación de la Producción con Calidad Mundial
- Modelos de Optimización para la Gran Industria

### **ACTIVIDADES GREMIALES:**

- 2000- Presidente de la Sociedad Colombiana de Investigación de Operaciones (SOCIO)  
 2002- Miembro del Comité Ejecutivo de International Federation of Operations Research Societies (IFORS)

### **INVESTIGACION Y AREAS DE ESPECIALIZACION:**

Como parte de las actividades profesionales y académicas se ha desarrollado investigaciones en las siguientes áreas:

#### ▪ **Optimización de Gran Escala:**

Investigación en desarrollos teóricos y prácticos en algoritmos de descomposición, partición y coordinación de grandes sistemas. A continuación se citan las principales publicaciones y conferencias relacionadas con el tema:

- Velásquez, J. "GDDP: Generalized Dual Dynamic Programming". Annals of Operations Research 117, 21–31, 2002. X Latin Ibero American Conference on Operation Research and Systems, Mexico City, Septiembre 4-8, 2000. I Congreso Colombiano de Investigación de Operaciones. Septiembre 2001, Medellín Colombia.
- Velásquez, J. y Jiménez A. M. "MAPO: Multiagent Asynchronous Paralell Optimization". INFORMS Annual Meeting, San José, California (noviembre 2002)
- Velásquez, J. y Jiménez A. M. "Economía Computacional basada en Agentes utilizando Técnicas de Optimización de Gran Escala", XI Congreso Latino-Ibero-Americano de Investigación de Operaciones, Concepción, Chile Octubre 2002, II Congreso Colombiano de Investigación de Operaciones, Bogotá, septiembre 2002
- Velásquez, J. "Optimización Paralela Asincrónica Multiagente (Multiagent Asynchronous Paralell Optimization)". I Congreso Colombiano de Investigación de Operaciones. Septiembre 2001, Medellín Colombia.
- Velásquez, J., Restrepo, P. J., and Campo, R. "Dual Dynamic Programming: A note on Implementation". Water Resources Research Vol 35. No. 7 (July 1999)
- Velásquez, J. "Asynchronous Parallel Optimization for Expansion and Operation of Multisectorial Industrial Systems". EURO XV - INFORMS XXXIV Joint International Meeting. Barcelona. ESPAÑA (July 1997).
- Velásquez, J. "Dynamic Programming, Control Theory and Benders Theory". Documento DecisionWare 010. COLOMBIA (1997).
- Velásquez, J. "Descomposición Cruzada Dinámica Estocástica para la Expansión de Sistemas Industriales Multisectoriales". Documento DecisionWare 002. COLOMBIA (1997).
- Velásquez, J., "OEDM: Optimización Estocástica Dinámica Multinivel -Teoría General-". ENERGETICA No. 13 (1995).

#### ▪ **Flujo en Redes:**

A través de investigación conjunta con otros profesionales se está trabajando en el desarrollo de soluciones para problemas complejos de flujo en redes. A continuación se citan las principales publicaciones y conferencias relacionadas con el tema:

- Marín A., Salmerón J. and Velásquez J. "Airport Management, Taxi Planning". International Conference on Operations Research for Development (ICORD 2002) in conjunction with XXXV Annual Convention of ORSI (Operational Research Society of India), Anna University, Chennai (India), (December 27 - 30, 2002)

#### ▪ **Programación No-lineal Subrogada.**

Investigación orientada a establecer las condiciones de optimalidad para la solución de problemas de optimización no-lineal mediante la relajación del problema utilizando subrogación de restricciones. El resultado de la investigación es el algoritmo primal-dual P.D.S. y la teoría que garantiza su convergencia para problemas convexos. La investigación se resume en las siguientes publicaciones:

- Velásquez, J., "P.D.S. Subrogate Primal-Dual Algorithm". Documento DW-001-096. Sometido a consideración de la revista Española de Estadística e Investigación de Operaciones.

- Velásquez, J., "**P.D.S. Algoritmo Primal-Dual Subrogado**". IX Congreso Colombiano de Cálculo Electrónico e Investigación Operacional, Bucaramanga, COLOMBIA (1986).

- **Modelaje Matemático en el Sector Energético:**

Los procesos de apertura de los sectores energéticos de varios países, ha traído como consecuencia la necesidad de nuevas herramientas cuantitativas que tengan en cuenta los aspectos peculiares que se derivan de la reglamentación establecida en cada caso. Se ha trabajado en el desarrollo de modelos que sirvan de apoyo a los procesos decisorios en ambientes de competencia para la expansión, la operación y el mercadeo en sistemas energéticos. A continuación se citan las principales publicaciones y conferencias relacionadas con el tema:

- Organizador de Sesión en **Energy Policy and Planning Cluster** en la Conferencia Conjunta EURO/INFORMS Istanbul 2003
- Jaramillo, P., Velásquez, J. y Jiménez, A. M. "**Agent-Based Computational Electricity Markets using Large Scale Optimization Techniques**" Istanbul EURO/INFORMS 2003 (Invited Paper)
- Velásquez, J. M. "**Pricing Electricity Options using Stochastic Optimization**". IFORS 2002- Edinburgh, UK (July 2002). 5th International Conference on Operations Research - Havana, Marzo 2002.
- Velásquez, J. "**Stochastic Optimization, including Conditional Value at Risk Constraints, of Long Term Electricity Trading**". Published in <http://www.GloriaMundi.org>. Submitted to Special Volume on OR Models for Energy Policy, Planning and Management of Annals of Operations Research (November 2001a). XIII International Symposium on Mathematical Methods Applied to the Sciences, San José, Costa Rica, Enero 2002.
- Velásquez, J. "**Stochastic Optimization Modeling for Long Term Electrical Energy Marketing**". Sexta Conferencia Internacional de Aproximación y Optimización en el Caribe, Antigua (Guatemala, marzo del 2001).
- Velásquez, J. "**Modelo Dinámico, Oligopólico, de Equilibrio Nash-Cournot para Mercados Eléctricos Competitivos**". III Seminario Internacional de Ingeniería de Sistemas, Ixtapa Zihuatanejo, (noviembre 2000).
- Velásquez, J. "**A Dynamic, Oligopolistic, Spatial, Nash-Cournot Equilibrium Model for Open Hydroelectricity Markets**". Documento DecisionWare 038-00. COLOMBIA (2000).
- Velásquez, J. "**SHTG System: Integrated Electricity & Gas Dispatch**". IV Conference on Operation Research, La Habana (March 2000)
- Velásquez, J. "**Contratos "Take or Pay" para Suministro y Transporte de Gas. Modelaje Matemático y Efectos Económicos**". Mundo Eléctrico Colombiano No. 41. Octubre 2000.
- Velásquez, J. "**Optimización del Mercadeo de Energía Mediante Contratos**". Documento DecisionWare 035-99. COLOMBIA (1999).
- Velásquez, J. "**Modelo Integral para Planificación del Sector Petrolero**". Documento DecisionWare 033-99. COLOMBIA (1999).
- Velásquez, J. "**Modelos Matemáticos y Reglamentación de Mercados: Los Mínimos Operativos y el Cargo por Capacidad**". Mundo Eléctrico Colombiano No. 35, Abril 1999.
- Velásquez, J. y Nieto P., G. "**Sistema SHTG/Colombia. Despacho Integrado de Electricidad y Gas. Versión Colombia**". Mundo Eléctrico Colombiano No. 30, Enero 1999.
- Velásquez, J. "**Eficiencia Económica de la Reglamentación del Sector Eléctrico Colombiano**". Documento de enviado a la revista ENERGETICA (1997).
- Velásquez, J. "**Modelaje Matemático en el Mercado Colombiano de Energía Eléctrica**". XII Jornadas de Energía. Bogotá, COLOMBIA (1995). ENERGETICA No. 15.
- Velásquez, J., "**Operación de Sistema Hidrotérmicos Interconectados utilizando la OEDM**". ENERGETICA No. 13 (1995).
- Alvarado, Z., Costoya, M. y Velásquez, J., "**Descomposición Primal-Dual para la Planificación de Distribución de Energía Eléctrica**". III Jornadas Nacionales de Potencia, Maracaibo, VENEZUELA (1982)

- **Optimización Recursos Hídricos:**

A través del ejercicio profesional y como parte de actividades académicas se ha investigado en la aplicación de técnicas de optimización en la ingeniería de recursos hidráulicos. A continuación se citan las principales publicaciones y conferencias relacionadas con el tema:

- Velásquez, J., "**El Efecto de las Tasas de Descuento en la Distribución Óptima del Recurso Hídrico. Casos de estudio: El modelo PD/AS y el MPODE**". A ser publicado en la Revista ENERGETICA No. 24 (2000).

- Velásquez, J., " **Optimalidad de la Implementación de los Mínimos Operativos en el Modelo PD/AS y en el Enlace de los Modelos de Largo Plazo y de Mediano Plazo**". Revista ENERGETICA No. 23 (2000).
  - Velásquez, J. y Nuñez J.J., " **SIPRHI: Sistema Integrado para Planificación de Recursos Hídricos. Modelaje Matemático**". Documento de Trabajo DW-041 (2000).
  - Velásquez, J., " **Operación de Embalses con base en Metas Hidrológicas**". Documento de Trabajo inédito (1992).
  - Velásquez, J., " **Optimización Estocástica de Sistemas de Recursos Hídricos con Múltiples Embalses**". IX Congreso Colombiano de Cálculo Electrónico e Investigación Operacional, Bucaramanga, COLOMBIA (1986).
  - Carrillo, E. y Velásquez, J., " **Simulación Dinámica de Acueductos: Un Caso de Estudio: La Ciudad de Maracaibo**". X Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Ciudad de México, MEXICO (1982).
  - Velásquez, J., y Carrillo, E., " **Diseño Óptimo de Conductos Ramificados para Fluidos a Presión**". Revista El Agua No.24, Caracas, VENEZUELA (Marzo 1982).
  - Velásquez, J., " **Operación de Sistemas Interconectados con Múltiples Embalses. Un Análisis Integral**". Trabajo de Ascenso a Profesor Agregado, Universidad Simón Bolívar, Caracas, VENEZUELA (1981).
  - Velásquez, J. y Durán, H., " **Operación de Sistemas Hidrotérmicos con Múltiples Embalses**". Seminario sobre Análisis de Sistemas de Recursos Hídricos de la Conferencia Internacional de la O.N.U. sobre el Agua, Mar de Plata, ARGENTINA (1977).
  - Velásquez, J., " **Modelo de Evaluación de Alternativas de Expansión de un Sistema Hidrotérmico, No-interconectado, con Múltiples Embalses**". Tesis de Grado de Magister en Ingeniería Industrial, Universidad de Los Andes, Bogotá, COLOMBIA (1975).
- **Optimización de Operaciones Industriales:**  
A través del ejercicio profesional se ha investigado en la aplicación de técnicas de optimización en la optimización de la cadena de valores agregados en las operaciones industriales. El resultado de este trabajo se ha plasmado en soluciones operativas implementadas en la industria. Las publicaciones relacionadas con el tema son:
    - Velásquez, J. " **Planificación Integrada de Operaciones Industriales en la Industria de Bebidas**". III Seminario Internacional de Ingeniería de Sistemas, Ixtapa Zihuatanejo, (noviembre 2000). Congreso Ingeniería de Producción - EAFIT, Medellín, Septiembre 2001.
    - Velásquez, J. " **Optimizing Operations at One of the Biggest Latin-American Beverage Industries**". X Latin Ibero American Conference on Operation Research and Systems, Mexico City, Septiembre 4-8, 2000
    - Velásquez, J., " **Sistema Computacional PCSI: Planificación Corporativa del Sistema Industrial**". BAVARIA S.A., Bogotá, COLOMBIA (1991).
  - **Estimación de Estado (Filtro de Kalman):**  
Investigaciones orientadas a la implementación de modelos de predicción de caudales utilizando técnicas de estadística bayesiana y de estimación de estado. Se han realizado desarrollos teóricos para modelos generales cuando la función de respuesta del sistema depende del estado del mismo y este se desconoce. A continuación se citan las principales publicaciones y conferencias relacionadas con el tema:
    - Velásquez, J., " **Modelo de Kalman con Múltiples Estados para Predicción de Caudales**". IX Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Mérida, VENEZUELA (1980)
    - Valdés, J., Velásquez, J. y Rodríguez-Iturbe, I., " **Filtros de Kalman en Hidrología: Predicción de Descargas Fluviales**". Informe Final Proyecto CONICIT SI-0949, Universidad Simón Bolívar, Caracas, VENEZUELA (1980).
    - Rodríguez-Iturbe, I., Valdés, J. y Velásquez, J., " **Keynote Lecture on the Applications of Kalman Filter in Rainfall-Runoff Studies**". American Geophysical Union Chapman Conference on Applications of Kalman Filter to Hydrology, Hydraulics and Water Resources, Pittsburg, U.S.A. (1978).
    - Valdés, J., Velásquez, J. y Rodríguez-Iturbe, I., " **Bayesian Discrimination on Hydrology Forecasting Models based on the Kalman Filter**". American Geophysical Union Chapman Conference on Applications of Kalman Filter to Hydrology, Hydraulics and Water Resources, Pittsburg, U.S.A. (1978).
    - Velásquez, J., " **A Multi-State Kalman Approach to Short-term Forecasting of Streamflows**". Seminario Internacional de Hidrología y Recursos Hidráulicos, Universidad Simón Bolívar, Caracas, VENEZUELA (1978).
    - Velásquez, J., Valdés, J. y Rodríguez-Iturbe, I., " **Real-Time Forecasting of Streamflows: A Non-linear Model**". III Congreso Mundial en Recursos Hidráulicos, Sao Paulo, BRASIL (1978)

- Valdés, J., Velásquez, J. y Rodríguez-Iturbe, I., "**Kalman Filter Theory and Selection of Streamflow Forecasting Models**". Annual Meeting of the American Geophysical Union, San Francisco, U.S.A. (1977).

### ***PROPIEDAD INTELECTUAL DE PRODUCTOS DE SOFTWARE:***

Creador del software denominado **GENEX-OPTEX** que corresponde a herramientas computacionales orientadas al diseño, la implantación, la puesta en marcha y el mantenimiento de sistemas de apoyo a la toma de decisiones (**DSS -Decision Support Systems-**). Estas herramientas integran en un solo ambiente el uso de modelos matemáticos de optimización de gran escala con bases de datos en plataformas cliente/servidor. Las herramientas son genéricas y permiten la implantación de **DSSs** sin necesidad de realizar labores de programación; y han sido probadas en la práctica en varias soluciones implementadas en la industria. **GENEX-OPTEX** están integrados por tres módulos: **GENEX Graphic User Interface (GUI)**, **OPTEX Matrix Generator (MG)** y **OPTEX Solver**. El ambiente matemático está orientado a manejar problemas de gran tamaño y tanto el **MG** como el **Solver** facilitan el uso de tecnologías de gran escala como *Nested Benders Decomposition*, Relajación Lagrangeana y Descomposición Cruzada. **OPTEX Solver** permite la interfaz a librerías comerciales de alto rendimiento como CPLEX y OSL (incluyendo la extensión estocástica).

### ***EXPERIENCIA PROFESIONAL:***

- ***DECISIONWARE LTDA***

Socio Fundador y Gerente de Proyectos de DecisionWare Ltda., una compañía colombiana de base tecnológica orientada a la consultoría especializada, en el diseño, la implementación, la puesta en marcha, el entrenamiento, el mantenimiento y el uso de sistemas de apoyo a la toma de decisiones con base en la integración de modelos matemáticos (optimización, simulación e identificación) con sistemas de información. Los principales proyectos gerenciados se describen a continuación

- **ECOPETROL - Instituto Colombiano del Petróleo (ICP):** Diseño de un Modelo Matemático de Optimización Global para Programación de Poliductos y Oleoductos (2002)
- **Universidad Politécnica de Madrid:** Implementación de modelos de optimización dentro del Proyecto de Investigación "**Taxi Planner para Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA)**" (2002-)
- **Mercados Energéticos Group:** Asesoría en el Proyecto "**COLOMBIA - Computer-Based Simulation of Auctions of Option Contracts and of Futures Contracts in the Colombian Wholesale Electricity Market**", desarrollado para la CREG y financiado por el World Bank (2002-)
- **Seguros Bolívar S.A.:** Asesoría para el diseño e implementación de un sistema de modelos matemáticos para identificar y cuantificar los riesgos en seguros de transporte de mercancías (2002).
- **Teknecon Energy Risk Advisors (TERA):** Auditoría técnica del diseño de un Nuevo Mercado Eléctrico para Colombia (1999 - 2000)
- **BAVARIA S.A.:** Implementación de un DSS para la optimización de la cadena de valores agregados en el negocio de bebidas. El proyecto comenzó en 1991 y en el mismo se han realizado cuatro contratos. El sistema implementado se denomina PCSI e integra un modelo de planificación de inversiones en infraestructura industrial con modelos de planificación agregada de la producción a nivel mensual y semanal. Servicio de Soporte Técnico (1991-a la fecha).
- **URRA E.S.P.:** Estudio técnico de la reglamentación asociada al Cargo por Capacidad y su impacto en Urrea E.S.P. (2002).
- **CHIVOR. S.A. E.S.P.:** Estudio del efecto de los Modelos Matemáticos utilizados por Interconexión Eléctrica S.A. para el cálculo de la remuneración asociada al Cargo por Capacidad en el Mercado Eléctrico Colombiano (1999). Estudio de las características técnicas del Cargo por Capacidad en Colombia (2002).
- **BP British Petroleum Exploration Company (Colombia) Ltd.:** Implementación de un DSS para apoyar a BP Colombia en el proceso de optimización del mercadeo del gas proveniente de los campos petroleros que explota BP. El sistema suministrado integra dos modelos: uno de simulación del despacho económico de generación eléctrica en Colombia (SHTG) con un modelo financiero estocástico para evaluar proyectos de inversión en generación y mercadeo de electricidad (1998). Asesoría en la definición de la Políticas para manejo del Gas del Piedemonte Llanero (2001)
- **EMGESA:** Concepto Técnico sobre los Efectos de las Resoluciones CREG 077 y 111 del 2000 relativas al Cargo por Capacidad (2001).
- **EMGESA:** Asesoría técnica en el pleito que Generadora Unión adelantaba contra EMGESA S.A. (2001)

- **GENERAR S.A. E.S.P.:** Estudio prospectivo del sector eléctrico y evaluación y análisis de ingresos/egresos de corto y de mediano plazo derivados de los diferentes escenarios de operación de la central Río de Piedras (2001).
  - **CEA AMÉRICAS (hoy PSEG):** Evaluación de proyectos de inversión en generación de electricidad en Colombia (1998)
  - **Corporación Electricidad de Caracas S.A.C.A.:** Evaluación de proyectos de inversión en generación, distribución y transmisión de electricidad en Colombia (1997-1998)
  - **ELECTROLIMA E.S.P.:** Estudio de optimización de las políticas de compra de electricidad mediante contratos de largo plazo (1999)
  - **EMCALI E.L.C.E.:** Implementación de un DSS para apoyo de: i) las labores de planificación del despacho de la planta TERMOEMCALI y ii) la compra/venta de energía en el mercado de electricidad a largo plazo (1998-2000)
  - **Empresa de Energía de Bogotá S.A. (EEB).** Implementación de un DSS para apoyo de la compra/venta de energía en el mercado de electricidad a largo plazo (1996).
  - **Empresa de Energía del Pacífico S.A. E.S.P. (EPSA).** Proyecto SIMOC. Suministro de un *datawarehouse* para la integración de información de los sistemas SCADA con SAP/R3. Implementación del proceso de facturación a partir del sistema de telemetría (1999-2000). Sistema implementado en ORACLE con mas de 2500 tablas.
  - **Generadora Unión S.A. E.S.P.** Evaluación de proyectos de inversión en generación de electricidad en Colombia (1996).
  - **GÓMEZ, CAJIAO & Asociados Ingenieros Consultores.** Evaluación de proyectos de inversión en generación de electricidad en Colombia (1997).
  - **ISAGEN S.A. E.S.P.** Diseño de las herramientas analíticas de apoyo a las decisiones de compra/venta de energía eléctrica, y Diseño e Implantación del Sistema de Información del Sistema de Apoyo a las Decisiones Diarias de Planeamiento Operativo (1995-1996)
  - **Quorum Ingeniería S.A.** Evaluación de proyectos de inversión en generación de electricidad en Colombia (1997-1998)
- ***P.D.C. INGENIERÍA S.A.***  
Socio Fundador y Gerente de Proyectos de P.D.C.. Ingeniería S.A., una compañía venezolana de base tecnológica orientada a la consultoría especializada en el área de planificación e ingeniería de recursos hídricos. Las soluciones de P.D.C. están basadas en el uso intensivo de modelos matemáticos como apoyo a las labores de diseño y de planificación. Adicionalmente a la gerencia de proyectos, se ejerció el rol de *System Programmer* del Sistema de Computación MODCOMP CLASSIC 7870. Los principales proyectos gerenciados se describen a continuación
- **CORPOZULIA.** Corresponden a varios proyectos realizados como subcontratista de la firma **HIDROCONSULT S.C.** durante el periodo 1982-84. Los proyectos fueron:
    - Estudio de Contaminación de la Laguna de Las Peonías. Modelaje de *Kriging* para variables espaciales. Modelaje Bidimensional del Proceso de Contaminación.
    - Estudio de la Operación del Acueducto de la Ciudad de Maracaibo. Diseño, implementación y manejo de un Modelo para Simulación Dinámica de Grandes Acueductos.
    - Plan Maestro del Acueducto de la Ciudad de Maracaibo. Diseño, implementación y manejo de un Modelo Matemático de Optimización/Simulación para generación de Planes Maestros de Acueductos
    - Plan Maestro de los Recursos Hidráulicos de la Zona 1A del Estado Zulia. Diseño, implementación y manejo de un Modelo de Optimización Mixta-Binaria para la determinación de la secuencia óptima de inversiones. Uso del *National Weather Service River Forecast System* para la reconstrucción de la hidrología.
  - **MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES.** Corresponde a un proyecto realizado en 1980 para el **MARNR** que se describe a continuación.
    - Selección de la Alternativa Óptima de Abastecimiento del Sistema de Riego del Río Guárico. Diseño, implementación y manejo de un Modelo de Optimización Estocástica para la Operación de Múltiples Embalses. Uso del *National Weather Service River Forecast System* para la reconstrucción de la hidrología.
- ***INGENIERO CONSULTOR INDEPENDIENTE***  
Ejecución de varios proyectos en el área de investigación de operaciones y de automatización industrial. Participación en los siguientes proyectos:
- **LLOREDA GRASAS S.A.,** Cali, COLOMBIA. Diseño Conceptual y Factibilidad para la implementación de un

- Sistema de Control Supervisorio en Planta de Refinación Procesamiento de Aceites (1994)
- **PLC CONTROL Ltda.**, Bogotá, COLOMBIA. Digitalización de Planos Catastrales Implementación y puesta en marcha de la interfaz de comunicaciones MODICON584-HP9867-HP3000 del Sistema de Control de Transporte del Complejo Carbonífero El Cerrejón (1988)
- **JJN INGENIERÍA S.A.**, Caracas, VENEZUELA. Diseño, implantación y manejo del Modelo Matemático para la Evaluación de Políticas de Transporte de Materiales para VIMOSA. (1988)
- **C.V.G. SIDERURGICA DEL ORINOCO**, Puerto Ordaz, VENEZUELA. Asesoría en el diseño conceptual y entrenamiento en el manejo del equipo de Computación MODCOMP II45 para el sistema de Tráfico Ferroviario (S.T.F.) de SIDOR. (1988)
- **ECOPETROL**, Distrito Oleoductos Bogotá, COLOMBIA  
Diseño, implementación y puesta en marcha del software del Sistema de Control de Procesos, en el equipo MODCOMP II25, del Terminal de Productos de ECOPETROL en Mancilla. Realizado para **QUANTUM EQUIPOS INDUSTRIALES Ltda.**, Bogotá, COLOMBIA (1983-85)
- **CONSULTAS Y PROYECTOS S.A.**, Caracas, VENEZUELA. Diseño e implementación de los Modelos Matemáticos de Predicción en Tiempo Real de los Caudales de la Cuenca del Río Caroní. Modelaje realizado utilizando el Filtro de Kalman. (1977-78)
- **CONSULTORES UNIDOS LTDA.**, Bogotá, COLOMBIA. Diseño de Modelos Matemáticos de Optimización para Planificación del Sector de Energía Eléctrica (1975)

**ASOCIACIONES PROFESIONALES:**

- Institute for Operations Research and the Management Science (INFORMS)
- Instrument Society of America (ISA) (No. 04102668)
- Industrial Computing Society
- Sociedad Colombiana de Investigación de Operaciones (SOCIO)