

## **LA INVESTIGACION CIENTIFICA EN LA CIENCIA DEL SUELO EN EL ECUADOR “PROMAS: UN EJEMPLO DE APLICACION DEL ENFOQUE DE SISTEMAS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS AGUA Y SUELO”**

Cisneros, F.<sup>1</sup>, J. Feyen<sup>2</sup> y B. De Bièvre<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

Dado los desafíos del siglo XXI, tal vez la consideración más importante en el planeamiento y manejo de los recursos agua y suelo, es la necesidad de un enfoque mucho más amplio en el desarrollo sostenible del uso de estos recursos por parte de la sociedad. Con respecto a lo anterior, este documento da una breve reseña de las presiones sobre los recursos agua y suelo en todo el mundo y localmente en Ecuador. El documento comenta brevemente respecto de los apremios en muchos los diseños de ingeniería, y, a la necesidad de considerar soluciones en los sistemas como base de la sostenibilidad para el desarrollo sostenible. Lo anterior, ha conducido al establecimiento del PROMAS Universidad de Cuenca, un programa dentro de dicha Universidad en Cuenca, Ecuador, con el fin de entregar soluciones para la Ingeniería, en el campo de los recursos suelo y agua, con un enfoque de sistemas. El documento presenta de alguna manera los avances registrados en la Investigación científica en la ciencia del suelo en el Ecuador. El documento concluye con una descripción del programa, el modo de operación y las realizaciones del PROMAS Universidad de Cuenca en el campo del entrenamiento, de la investigación, de la consultoría y de la extensión.

### **ABSTRACT**

Given the challenges of the 21st Century, perhaps the most important consideration in the planning and management of land and water resources will be the need for a much greater focus on the sustainability of the use of these resources by the society. With respect to the previous, this paper gives a brief outline of the pressures on land and water resources worldwide and locally in Ecuador. The paper comments also briefly on the constraints in many engineering designs, and the need to consider solutions in a systems approach as a basis for sustainability. The latter has lead to the establishment of PROMAS, a program within the University of Cuenca of Ecuador, with the ultimate goal to bring engineering solutions, in the field of land and water resources, in a systems approach. The paper concludes with a description of PROMAS approach, mode of operation and realizations in the field of training, research, consulting and extension.

### **INTRODUCCION**

La necesidad de contar con el enfoque de sistemas para solucionar la mayor parte de problemas relacionados con agua y suelo, quizás se deben a que dichos problemas no deberán ser analizados solamente desde el punto de vista técnico económico, como lo ha sido tradicionalmente por muchas décadas. Para ser sustentable, es importante que las soluciones estén diseñadas en armonía con el comportamiento social y cultural de la sociedad y para el medio ambiente, para quien se diseñan dichas soluciones. La presión de la sociedad de

---

<sup>1</sup> PROMAS, Programa Para el Manejo del Agua y del Suelo, Universidad de Cuenca, Ecuador.

<sup>2</sup> Institute for Land and Water Management, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.

encontrar soluciones adecuadas y sostenibles es muy alta, como se explica desde una perspectiva mundial y aún más en una escala regional para Ecuador. Caso contrario, el mundo pronto se enfrentará con la situación de que la demanda para los alimentos y los bienes económicos exceda la capacidad de carga natural, con la última consecuencia que los recursos no renovables serán sobreexplotados, y en un futuro no muy largo no estarán disponibles para las generaciones futuras. Según lo ilustrado las soluciones a los problemas serán de otra naturaleza en los próximos 25 años. Además de los nuevos enfoques, entre los cuales el enfoque de sistemas, la sociedad necesitará de gente con visión y líderes políticos que no estén limitados en sus consideraciones de la políticas extranjeras tradicionales.

### **Una perspectiva mundial**

En las décadas que vienen, las fuerzas impulsoras de la sociedad se pueden resumir como: presión de población, el deseo humano por la equidad, del desarrollo sostenible, y la preocupación por el ambiente.

#### *Presión de la población y seguridad en alimentos*

Un documento recientemente publicado sobre África del Consejo mundial de alimentos (Bonte-Friedman y Sheridan, 1997) revela que los países de la región tendrían un desfase en la producción de granos de 50 millones de toneladas métricas en el inicio del siglo y un déficit inconcebible de 245 toneladas métricas de granos de alimento por el año 2020, si se asume un índice de crecimiento solamente de 2 por ciento en la producción del alimento y una constante de 1980 en la fertilidad del ser humano. La India, en donde la tecnología verde de la revolución hizo un impacto particularmente impresionante, encuentra, que debe continuar agregando 6-7 millones de toneladas métricas a su producción anual en los granos de alimento, hasta el final del siglo y manteniendo después de eso incluso una tasa de crecimiento más alta con crecimiento consistente de la población.

Desafortunadamente, la tasa de crecimiento en la producción del alimento señala muy recientemente signos de estancamiento. Un informe reciente del Instituto de observación del Mundo (Bonte-Friedman y Sheridan, 1997) compara las proyecciones de la población y alimentos para los 40 años próximos con las tendencias de los 40 años pasados. Entre 1950 y 1990, el mundo agregó a 2.8 mil billones de personas, un promedio de 70 millones al año. Pero entre 1990 y 2030, el aumento global proyectado es de 3.6 mil millones, o 90 millones al año. El mundo agregó 1.15 mil millones toneladas métricas de granos de alimento entre 1950 y 1990, pero con las actuales tendencias las cuatro décadas próximas considerarán una adición de solamente 369 millones de toneladas métricas. Además, se espera que la demanda de alimento crezca más, que se puede derivar del crecimiento previsto en la población. Dado el desarrollo económico en los países en vías de desarrollo, la gente consumirá más alimento de origen animal, conduciendo a la cadena de alimento planta-animal-humana que se ha hecho ya costumbre en los países desarrollados.

#### *Equidad*

Debe esperarse que en el presente siglo, localmente e incluso internacionalmente, los conflictos militares al menos aumenten antes que disminuyan, porque la gente pobre no va a tolerar por más tiempo continuar sin comida y otros bienes económicos. Solamente un cuarto de la población del mundo está viviendo actualmente en los países industrializados, y son quienes controlan y consumen la mayoría de los recursos del suelo. Pero no solo esta

creciendo la brecha de la injusticia cada vez entre los países, sino también dentro de los países. Un fenómeno bien conocido en muchos de los países en vías de desarrollo es la continua migración, recurso de la gente rural, sobre todo la más pobre, a las ciudades; y en las ciudades hay una profundización cada vez mayor entre éstos que tienen acceso y éstos que no tienen ningún acceso a la prosperidad. Para hacer un alto al malestar social cada vez mayor y para prevenir que los niveles inaceptables de la pobreza conduzcan a las guerras civiles; muchos países en vías de desarrollo están actualmente operando un proceso de reformas económicas y ajustes estructurales. En este contexto esos países reconocen la necesidad de proporcionar una vía de seguridad para los ingresos para la gente pobre, antes de que el impacto de la Economía crezca y caiga. Al realizar agricultura en suelos de baja fertilidad y en difícil agro-ecología, la situación de más productividad y mayor atracción, podría convertirse en un importante componente de la seguridad alimentaria.

### *Sostenibilidad*

A menos que una nueva brecha importante en la producción de alimento se alcance, es muy probable que el área que esta siendo cultivada para alimentar a la población del mundo se amplíe, y que la presión en los recursos de agua por agricultura aumente, antes que disminuya. La consecuencia directa de que un escenario va a ser la presión de dos recursos básicos del planeta, **suelo y agua** va escalar hasta extenderse y no en un largo desarrollo sostenible. Además, la industrialización del proceso producción de alimentos tiende a conducir a un ambiente altamente manipulado, dominado por el uso de los productos químicos de varias clases, derivados en muchos casos de los combustibles fósiles. Hay preocupaciones serias por la viabilidad a largo plazo de algunas de estas tecnologías. Un ejemplo típico en este respecto es el riego, el devastador efecto que puede tener en el ambiente. Si la agricultura no es correctamente manejada, el riego conduce fácilmente a una sobrecarga y mal manejo del agua de riego y el consecuente aumento de la salinización del suelo, con el resultado final que en el pasado y todavía en el presente extensas regiones agrícolas se han perdido por esta causa y ya no sirven hoy para la producción vegetal. También, ha habido explotación minera de suelos a gran escala, generando deficiencias en los nutrientes de las plantas tales como el cinc y el cobre. Así mismo grandes extensiones están siendo utilizadas para la producción de flores y mas bienes de uso ornamental sin tomar en consideración la conservación del recurso suelo. Los impactos negativos debidos a la interferencia humana, y particularmente en la agricultura, en los recursos suelo y agua pueden ser parados solamente si la agricultura y otros desarrollos se realizan en forma sostenible,

### *La preocupación ambiental*

El uso intensivo de productos químicos en la agricultura moderna, se ha convertido cada vez en la mayor necesidad de mantener el balance de la producción con el crecimiento de los alimentos, es también responsable de preocupaciones ambientales importantes. Ha habido una acumulación de nitratos en nuestros ríos y lagos, que son las fuentes de nuestra agua potable. Hay otros malos efectos ambientales, tales como la contaminación de comestibles con residuos de pesticidas y de productos químicos tóxicos. Además, la agricultura moderna tiende a conducir a un consumo creciente de la energía, hasta el punto que se debe preguntar sobre la eficacia de estos sistemas de producción. Hay claramente una necesidad de sustituir muchos recursos no-renovables de energía con los de una clase renovable, tales como hidroenergía, nitrógeno biológico fijo y el control de los parásitos del insecto con medios biológicos. Otra preocupación ambiental importante son los efectos nocivos del cultivo moderno en suelo fértil y la compactación de suelo. Además, hay la preocupación hasta la

presente fecha, de la conversión del bosque en zonas agrícolas, y el movimiento de la comunidad agrícola pobre hacia las tierras con agro ecologías difíciles y en la mayoría de los casos muy susceptibles a la degradación. Del mismo modo, los progresos industriales y la puesta en práctica de infraestructura física, necesaria para sostener los adelantos en el sector agrícola e industrial, para ofrecer a miles de millones de gente un trabajo, conducen también a un enorme impacto en los recurso suelo y a la calidad del ambiente.

### **La situación en Ecuador**

Las mismas fuerzas que conducen el mundo están presentes en Ecuador. Ecuador es el más pequeño de los países andinos, con un área total de 270.670 km<sup>2</sup>. El país está situado en la costa pacífica de Sudamérica, en el ecuador, y limitado por Colombia al norte y Perú al sur. El país se divide en tres regiones. La zona andina de montaña, levantándose hasta 6310 m con el Chimborazo su pico más alto, forma la espina dorsal del país. Las montañas corren de norte a sur y dividen al país en la plataforma costanera occidental y las selvas del alto Amazonas al oriente. La población de Ecuador es alrededor 11.9 millones. La densidad demográfica de cerca de 44.1 personas por el kilómetro cuadrado es la más alta de cualquier país andino. Aproximadamente el 40% de este total son indígenas y un número igual son mestizos. Alrededor de un 49% de la población vive en las tierras bajas y sobre el 47% en las montañas. El resto vive en la región de la selva del Oriente, la colonización de esta área está aumentando lentamente. La tasa de crecimiento nacional de la población iguala 1.9%, mientras que este número varía considerablemente entre el rural, sobre todo las áreas más pobres, y las ciudades. La economía y la abundancia del Ecuador se basan principalmente en la exportación del petróleo, de los bananos, de las flores, de los camarones y de otros productos agrícolas. Una fracción considerable de la población sigue siendo activa en la agricultura. El producto nacional bruto de Ecuador se estima en US\$ 1.300. - per capita.

Aunque la densidad demográfica media está en el lado bajo, debido a la población baja en el Oriente, ocupando una parte extensa de Ecuador, la mayoría de la gente vive en las montañas y el área costera. Como tal la presión de población en el suelo, particularmente en las montañas es muy alta, excediendo a menudo la capacidad de carga natural. Debido al aumento de la población en esas regiones, las comunidades agrícolas indígenas están permanentemente forzadas a trasladarse a las alturas, cultivando en terrenos con altas pendientes en suelos de baja potencia, sobre todo en las laderas. La productividad de estos suelos es no solamente baja, también estos suelos son muy susceptibles a la erosión, y la erosión está más bien aumentando que disminuyendo. Además, debido a la baja entrada de fertilizantes en el suelo, la fertilidad está disminuyendo gradualmente. En el funcionamiento a largo plazo, grandes áreas salen de la producción, o la productividad es tan baja que no es tan atractiva para que la comunidad agrícola cultive esos suelos. Una consecuencia directa de lo anterior es la migración de la población masculina al área costera, donde se emplean, como jornaleros en las empresas agrícolas orientadas más al sector industrial. Mucha de la gente rural incluso emigran ilegalmente a los Estados Unidos y Europa se emplean para los trabajos más bajos en cuanto a salario se refiere..

Mientras que el suelo, particularmente en las laderas de las montañas está sujeto a la erosión, el agua es también un elemento escaso, conduciendo a menudo a las situaciones que están en conflicto entre los diversos sectores de la sociedad. La mayoría del agua usada en Ecuador es agua superficial. Las reservas del agua subterránea, que no están bien identificadas ni

conocidas, se utilizan solo esporádicamente. El consumidor más grande del agua en Ecuador es también la agricultura, seguida por las compañías de la electricidad para la generación de la hidroelectricidad, y las compañías de agua potable. No únicamente la cantidad de agua es un factor limitante, también la calidad de las aguas superficiales está en peligro como consecuencia del impacto antrópico. Los problemas existentes mas diseminados son los debidos a la calidad del agua, particularmente en las cuencas hidrográficas, son debido a la turbidez, a la eutrofización y al uso de pesticidas y de otros productos químicos. Estos problemas están íntimamente relacionados con la erosión del suelo, porque las partículas del suelo transportan los productos químicos por los arroyos, quebradas y ríos.

La sociedad ecuatoriana está caracterizada por una gran inequidad. Cerca del 20% de la población posee la mayoría de la tierra y bienes económicos. La clase media, que no es insignificante de tamaño, tiene los ingresos medios que son muy bajos. La fracción más grande de la población es pobre, teniendo una renta por debajo de los países promedio, no alcanzando a menudo el nivel mínimo requerido para vivir decentemente. Tomando en consideración que la economía del país no esta marchando de lo mejor por causa de la inestabilidad política, en los últimos años el país ha cambiado de presidente cada dos años, y que solamente los altos precios del petróleo explican los índices macroeconómicos, no es de asombrarse que el malestar social es absolutamente alto.

En general se puede concluir que la agricultura en Ecuador, siendo una de las actividades económicas más importantes, y el empleador más grande del país, está lejos de un desarrollo sostenible, así como la economía del país en su totalidad. Uno de los desafíos para Ecuador en los años venideros será la generación de empleo suficiente, a fin de por un lado reducir los altos índices de desempleo y por otro cubrir la creciente demanda de plazas de trabajo. La demanda por nuevos puestos de trabajo que esta siendo acelerada por la migración continúa del campo a la ciudad. Uno de los medios que pueden ayudar a solucionar el problema es mejorar las condiciones de vida del campo a través de incrementar la productividad. El crecimiento de la productividad en las áreas rurales debe convertirse en parte de un gran número de medidas que permitan el desarrollo de un sistema sostenible de vida, donde la salud ambiental, el desarrollo social, y la generación del empleo a largo plazo se consideran como las piezas centrales.

### **Defectos en los diseños de las obras de ingeniería**

Para satisfacer la demanda de alimentos de la población es necesario que los recursos requeridos estén disponibles. Los seres humanos han estado manipulando la tierra por siglos. Similarmente, para el desarrollo de las diversas actividades económicas, nosotros desarrollamos los recursos que son necesarios para este objetivo, a menudo sin ninguna restricción de los recursos renovables y no renovables. En gran medida los seres humanos son la única especie que hacen demandas no razonables a la naturaleza y a los recursos naturales. Construimos los caminos y los canales, fertilizamos y drenamos los suelos, los bosques son despojados de la vegetación a través de la cosecha y del corte, y así sucesivamente. Sin embargo, con las interacciones intrincadas entre diversos componentes del ecosistema, se producen los efectos secundarios, involuntarios. Desafortunadamente, la falta y/o el diseño inadecuado de la ingeniería trabaja muy a menudo aceleradamente o agrandando los efectos secundarios negativos.

No es la primera vez que considerando ineficientemente los efectos secundarios, la vida útil de proyectos de largo alcance con una inversión de capitales inmensos fracasa antes de la expiración del mismo. Como por ejemplo en Ecuador, la planta más importante de la hidroelectricidad del país está en el Río Paute, con una capacidad total de 1.000 MW, proporcionando cerca de 65% de la hidroelectricidad del país, con serios problemas de sedimentación y la disminución de su capacidad reguladora pero lo más grave es que los sedimentos afectan seriamente a las turbinas. Lo dicho en el párrafo precedente, tiene un impacto directo en el curso de la vida de la presa y el desarrollo económico de todo el país que para su energía está dependiendo de la hidroeléctrica de Paute. Los problemas con esta planta no son solamente debido a la subestimación de efectos secundarios, tales como el peligro de la erosión en la cuenca del drenaje que alimenta el embalse considerados en la fase del planeamiento, sino también porque el proyecto fue ejecutado incompleto por las decisiones políticas y la carencia del financiamiento.

Los defectos más comunes en diseños de la ingeniería, en el campo de los recursos del suelo y del agua, se pueden resumir como:

- el diseño se basa en datos escasos y/o los datos son de mala calidad;
- el diseño es realizado utilizando métodos de viejos-anticuados, o los métodos utilizados no son apropiados para el problema dado;
- los métodos de diseño actuales no son lo suficientemente desarrollados, no están en capacidad de tomar en consideración la complejidad del problema ni las interacciones posibles con el ambiente;
- el diseño se hace con un objetivo específico, coyuntural, e.g., la generación de la hidroelectricidad o el riego de una área agrícola, sin la consideración de los impactos posibles del diseño en otros aspectos; y
- el diseño está en la mayoría de los casos basados solamente en un análisis de costo, y no en un análisis de costo/beneficio, incluyendo también los costos para la remediación del daño ambiental.

Los diseños ingenieriles en el futuro deberán ser elaborados con más rigurosidad y el resultado en proyectos aceptables, sostenibles y ambientalmente diseñados en un contexto más amplio e integrado. Con respecto a los trabajos de ingeniería en el campo del suelo y del agua, se sugiere determinar los problemas desde el inicio de la planificación, y así estudiarlos detenida y profundamente a fin de encontrar las soluciones antes de la puesta en práctica de los proyectos de ingeniería, los impactos posibles en la sociedad y del ambiente. Lo anterior requiere analizar los problemas de ingeniería en un contexto más global. En términos más generales se proclama que los problemas técnicos y otros, para los cuales las soluciones existen, se deben estudiar dentro de un enfoque de sistemas. Puesto que los seres humanos son parte del sistema, es también esencial que los trabajos de ingeniería antes de su implementación sean probados con las habilidades técnicas y administrativas de la sociedad. No tiene sentido poner tecnologías sofisticadas en la ejecución del riego, e.g., para aumentar la producción agrícola, si la comunidad que tiene que aplicar esas nuevas tecnologías no puede trabajar con ellas.

Sería incorrecto atribuir todas las fallas de un proyecto de ingeniería a los cálculos insuficientes y a los errores cometidos en la fase del diseño. Además de estos inconvenientes, muchas cosas pueden ir mal durante la construcción, la operación y el mantenimiento de la solución. Es a menudo una combinación de factores que hace que lo proyectado en una

solución ingenieril, no alcance las metas del proyecto formuladas en la fase del diseño. En la sección siguiente de este manuscrito, los autores elaboran lo que se entiende bajo el enfoque de sistemas, y cómo este concepto se aplica en el campo del manejo de los recursos del suelo y del agua y principalmente en el desarrollo de la educación en este campo.

### **Enfoque de sistemas para la gestión sostenible de los recursos del suelo y del agua**

El concepto del enfoque de sistemas data desde 1971, fue introducido la primera vez por Chorley y Kennedy (1973). El paradigma fue desarrollado por los geógrafos, que estudian procesos en diversas escalas, extendiéndose del micro (escala de proceso, e.g., la ladera), sobre el mezo (e.g., la cuenca hidrográfica) a la escala macro (e.g., de la atmósfera terrestre). El objetivo del geógrafo es de esta forma es más que estudiar solamente los sistemas naturales. Su última meta es, independiente de la escala del análisis, un análisis holístico, incluyendo el estudio del interfaz de la gente y de su ambiente (Hutchinson, 1986).

El concepto está siendo adoptado gradualmente por diversas disciplinas bajo presión de la preocupación social por el ambiente. La consecuencia de todo esto es que por ejemplo el diseño de una presa, para al recoger del agua superficial, no será basado más solamente en el volumen de agua que necesiten ser almacenados para resolver la demanda y las características geotécnicas del sitio de la presa, sino adicionalmente en la fase del diseño el Ingeniero de diseño debe identificar y examinar las consecuencias de todas las interacciones posibles entre el diseño de la presa, la gente y el ambiente. Si el lado de los efectos secundarios negativos, en el corto mediano y largo plazo tiene expectativa de presentarse; el Ingeniero tiene que ajustar el diseño que conduzcan a minimizar esos efectos. Lo anterior conduce a menudo al estudio de alternativas, y en este momento juega un rol esencial el papel del planificador o del político para seleccionar el mejor diseño de todas las alternativas posibles.

Para poder determinar, en el ejemplo anterior, el impacto entre la gente y el ambiente que produce la puesta en operación de un embalse, es esencial que uno pueda simular la dinámica del sistema en su estado actual, y cómo la dinámica del sistema será afectado si la presa para almacenamiento es construida. El conocimiento de los procesos hidrológicos en relación a la variabilidad espacial de las características de la cuenca ayuda a predecir cuál será el impacto en la respuesta hidrológica de la cuenca si en una localización dada cambios en ella son introducidos, e.g., el raleo de un bosque, la construcción de un nuevo centro urbano o la construcción de una presa. Puesto que el agua se considera como el receptor de los efectos de un lado a otro de la cuenca, las cuencas hidrográficas forman la base natural para los estudios de la geomorfología aluvial, los suelos, la vegetación y del impacto de la gente. Las cuencas hidrográficas son también las más convenientes unidades para estudiar problemas relacionados del recurso suelo, e.g., para resolver los conflictos de uso competitivo del suelo (Nelson, 1996).

El concepto de enfoque de sistemas en la escala de cuenca hidrográfica es también mejor adaptado para los diálogos inter-profesionales, intersectoriales, e interdisciplinarios necesarios para integrar la gestión del suelo y del agua (Castensson et al., 1990). En esta conceptualización, los seres humanos viven en, y son parte de la cuenca hidrográfica, que se sostiene en parte debido al agua proporcionada de la atmósfera. La gente ha estado manipulando el suelo para tener acceso a todos los recursos en la cuenca hidrográfica, tal como agua, producción de la biomasa, minerales, energía, etc. Habiendo exagerado en la

manipulación, la gente ha cambiado el equilibrio natural. Según Falkenmark y Lindh (1993) el desarrollo sostenible de una cuenca hidrográfica es equivalente a un cuidadoso manejo de nuestra interacción con ella para satisfacer tres criterios básicos para la seguridad ecológica a saber:

- El agua subterránea debe permanecer bebible, el suelo productivo, y la pesca comestible;
- la diversidad biológica debería ser conservada; y
- la sobreexplotación a largo plazo de recursos renovables debe ser evitado.

El programa para el manejo del agua y del suelo, de la Universidad de Cuenca (PROMAS Universidad de Cuenca), adoptó a través de los años el concepto del enfoque de sistemas, aplicándolo a escala de parcela, de proyecto y de cuenca hidrográfica, respectivamente. Así pues, este ejercicio, fue logrado de una manera empírica brindando la manera más eficiente de identificar y de diseñar soluciones sustentables para los problemas de los recursos del suelo y del agua en la región andina de las provincias Azuay, Cañar y Chimborazo. En los siguientes párrafos, se da una breve reseña del enfoque, el modo de operación y las realizaciones del PROMAS Universidad de Cuenca

### **PROMAS: un ejemplo de de aplicación del enfoque de sistemas para el manejo sostenible de los recursos del suelo y del agua**

El Programa para el Manejo del Agua y del Suelo: **PROMAS Universidad de Cuenca**, surge en 1991 desde la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Como en muchas Universidades en Ecuador y en otros países en vías de desarrollo la organización de carreras de pregrado ha sido la más grande y a menudo la única actividad académica. La mayoría de las universidades ha arrancado recientemente en el establecimiento de los programas de post grado para estudiantes que ofrecen después de un año de escolarización un diploma. El número de programas de post grado que culminen en grados académicos de Master en artes (MA), Master en Ciencias (MSc) o Master en Ingeniería, son muy escasos. Por la carencia de tradición y de financiamiento, el número de los proyectos de investigación científica en las universidades es bajo. Adicionalmente a lo anteriormente expuesto, se tiene que el nivel de sueldos del personal académico es bajo y no estimula para que estos se involucren en investigación científica, por esta causa, la mayoría del personal académico tiene un segundo trabajo para solventar sus gastos. Las condiciones, sin embargo, están cambiando, y la reacción positiva a estos cambios en la escuela de Ingeniería Civil ha conducido al establecimiento de PROMAS Universidad de Cuenca. La comunidad nacional e internacional dio un incentivo importante para el desarrollo de PROMAS Universidad de Cuenca, desde Marzo de 1993, con el financiamiento dado a la provincia del Azuay, para ayudar a la recuperación de la provincia en las pérdidas humanas, físicas y ambientales causadas por el deslave de La Josefina. Posteriormente y con la confianza de la sociedad en general el PROMAS Universidad de Cuenca ha ido desarrollando su propia lógica apunto que hoy en día goza de una muy buena acogida en el seno de dicha sociedad y trabaja incansablemente entregando las soluciones que ella requiere, en este contexto el PROMAS Universidad de Cuenca de hoy tiene implementada en sus procesos la norma ISO 9000, En los párrafos siguientes, se da una breve descripción del enfoque, del modo de operación de PROMAS Universidad de Cuenca.



### *El enfoque PROMAS Universidad de Cuenca*

PROMAS Universidad de Cuenca no aplicó el concepto de enfoque de sistemas a los problemas de los recursos del suelo y del agua desde su inicio. PROMAS Universidad de Cuenca, siendo originalmente un experimento dentro de la escuela de ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, comenzó muy pequeño. Con la consecución y la ejecución de pequeños trabajos de consultoría, se generó el financiamiento necesario para iniciar con las actividades del PROMAS Universidad de Cuenca. Los proyectos de los inicios eran relacionados con el agua y el diseño de pequeñas estructuras hidráulicas, para proyectos de riego y drenaje. Los fundadores del PROMAS Universidad de Cuenca, aplicaron fuertemente desde el inicio el concepto del trabajo en equipo, en poner una fracción de los réditos de cada proyecto a un lado, el dinero que fue utilizado para la inversión en la infraestructura (oficina, computadora y equipo del campo, incluyendo los vehículos para el transporte) y emplear a los estudiantes de último año de diferentes facultades de la Universidad de Cuenca (Administración, Agronomía, Economía, Ingeniería) han contribuido considerablemente al desarrollo de PROMAS Universidad de Cuenca, y aún hoy, una buena parte del personal está en último año de la escuela de ingeniería civil y de otras facultades de la Universidad de Cuenca. Al emplear estudiantes de diversas escuelas, PROMAS Universidad de Cuenca tuvo éxito en crear con el tiempo equipos multidisciplinarios, con quienes se realizan muchas actividades. Además, donde los proyectos en el principio estudiaban principalmente problemas a micro escala (en la escala de un campo y de una ladera), el tamaño de los proyectos manejados por PROMAS Universidad de Cuenca crecieron gradualmente a meso-escala (e.g., un proyecto de riego) y a macro escala (eg Una cuenca hidrográfica).

Dentro de los trabajos de consultoría, PROMAS Universidad de Cuenca, adoptó gradualmente el concepto de estudiar los problemas técnicos, en un contexto holístico, es decir, estudiando los problemas dentro de sus fronteras teniendo en consideración todas las interacciones posibles dentro y fuera del sistema en estudio, incluyendo las interacciones con la gente. Esta evolución fue apoyada fuertemente por los clientes para quienes PROMAS Universidad de Cuenca trabajaba. PROMAS Universidad de Cuenca intentó siempre trabajar en contacto cercano con sus clientes, siendo a menudo las comunidades indígenas nativas. De esta manera, PROMAS Universidad de Cuenca tuvo éxito en dar solución a los problemas planteados por la gente a través de sus diseños. Esto en contradicción con lo que sucede con tanta frecuencia en Ecuador y en muchos otros países en vías de desarrollo, en donde las administraciones locales tienden a diseñar y dar las soluciones de ingeniería que están más allá de las habilidades de la operación y de manejo de la gente local. No es exagerado decir que la mayoría de los proyectos de riego públicos del Ecuador (88.000 has) son altamente ineficientes, principalmente porque los diseños son principalmente abordados desde el punto de vista puramente técnico, y en la mayoría de los casos sobre diseñados por la no existencia y/o muy pobre calidad de los datos empleados. El movimiento hacia analizar problemas con el enfoque de sistemas fue sostenido más a fondo por la evolución de las actividades de la ingeniería de consulta y extensión hacia actividades orientadas a investigación científica. Tres proyectos de investigación fueron llevados con éxito adelante, en estos, se estudiaron los problemas regionales relevantes de los recursos del suelo y del agua, todos ellos realizaron el estudio de un problema dado en un contexto holístico, tomando en consideración las interacciones entre la solución de la ingeniería, la gente y el ambiente, estos proyectos, que han sido precursores de otros en el tiempo, han permitido un interesante desarrollo de la investigación científica al interior del PROMAS Universidad de Cuenca..

Para resumir, PROMAS Universidad de Cuenca adoptó a través de su trabajo, el concepto del enfoque de sistemas en estudiar varios problemas en el campo de los recursos del suelo y del agua. El concepto no fue impuesto a PROMAS Universidad de Cuenca desde afuera, creció desde adentro durante los últimos 14 años, principalmente con la ejecución de proyectos de consultoría. Al mismo tiempo, debido al incremento en su experticia, el impulso del personal internacional, y la expansión del equipo técnico del PROMAS Universidad de Cuenca, el tamaño de los estudios llegaron a ser más grandes y más complejos. En este momento PROMAS Universidad de Cuenca está consiguiendo estudios hidrológicos en la escala de la cuenca. Esos proyectos tienen principalmente como objetivo el desarrollo de sistemas de soporte de decisiones, para el manejo de la cuenca y dentro de ella del agua, en forma similar sistemas de soporte de decisiones para proyectos de riego a pequeña escala. El estudio de manejo de los recursos de suelo normalmente se liga automáticamente a lo anterior. Además, en cada estudio la atención se está prestando a los aspectos humanos y ambientales, que se pudieron afectar por el estudio o el diseño.

### ***El modo de operación de PROMAS Universidad de Cuenca***

La operación de PROMAS Universidad de Cuenca en los actuales momentos tienen su base en los ingresos de proyectos de Investigación financiados tanto por donantes nacionales como internacionales, como, el FUNDACYT a través de fondos del Estado, el CONESUP con fondos del FEREPS, etc, el Consejo Inter. Universitario Flamenco, a través de la Agencia Belga para la Cooperación y el Desarrollo, la Unión Europea a través de sus proyectos INCODEV, siendo estos los principales contribuyentes en términos de ingresos (62.5%). La segunda fuente más importante de ingresos en los actuales momentos constituyen los proyectos de consultoría / extensión,. La tercera fuente de ingresos viene de la organización de los cursos de aprendizaje cortos y a largo plazo pagados. PROMAS Universidad de Cuenca funciona debajo del paraguas administrativo del Consejo de Planificación de la Universidad de Cuenca y en coordinación con las direcciones de Investigación, postgrado y Vinculación con la colectividad, así como de las Facultades escuelas y otros organismos, el Honorable Consejo Universitario dispuso otorgar autonomía administrativa, económica y financiera lo que le permite operar en forma óptima. La ventaja principal para PROMAS Universidad de Cuenca es que su operación es independiente de evoluciones en la gestión de las Facultades y la a menudo complicada operación de las administraciones, típica de las universidades en los países en vías de desarrollo.

Con un uso óptimo de sus recursos financieros, PROMAS Universidad de Cuenca, tiene hoy un personal total de 27 talentos humanos, de los cuales 15 son personal académico y del proyecto (investigadores a tiempo completo). Del personal a tiempo completo, uno es internacional con maestría en el campo de la Ingeniería de las ciencias biológicas aplicadas. El personal restante son 5 estudiantes del último año, que participan en PROMAS Universidad de Cuenca dentro del marco de su proyecto de investigación de tesis. PROMAS Universidad de Cuenca recluta no solamente a estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil, de la cual PROMAS Universidad de Cuenca emergió y tiene acoplamientos fuertes, pero también de otras escuelas y facultades, así como, de algunas Universidades de Bélgica(U. Gante y KU Leuven) y Holanda (Wagenigen). De esta manera el personal cubre las siguientes disciplinas: ciencias de la Ingeniería Civil, de la ingeniería agrícola, de la agronomía, de la informática, económicas y sociales, contribuyendo al enfoque interdisciplinario del equipo y de los trabajos de campo, estudios de ingeniería y las investigaciones que realiza. Además, PROMAS Universidad de Cuenca estimula activamente al personal graduado tomar el

entrenamiento tanto en el exterior como en sus cursos de Maestría de ciencias local. De esta manera el personal es altamente capacitado ha estudiado y sigue haciéndolo en diferentes países (Bélgica, Holanda Alemania) por períodos que se extienden entre 2 y 5 años. Además, PROMAS Universidad de Cuenca estimula a su personal académico estudiar inglés, en cuanto amplia su horizonte y se cerciora de que el personal lee la literatura internacional, solicitan concesiones internacionales, y asisten a los documentos de las oferta para las agencias donantes nacionales e internacionales.

### ***Las realizaciones de PROMAS Universidad de Cuenca***

Las realizaciones del PROMAS Universidad de Cuenca se pueden alinear bajo los siguientes tipos de actividades: Educación, Investigación y Consultoría/Extensión. Las tablas 1 a 3, dan un resumen de las actividades y de las realizaciones de PROMAS en esas tres áreas, respectivamente. Las actividades de entrenamiento (véase tabla 1) están relacionadas entre otras a la organización y puesta en funcionamiento de una Alianza internacional de educación para llevar adelante la organización de la Maestría de Ciencias en Manejo y Conservación del Agua y del Suelo. Adicionalmente a esta Maestría, el PROMAS Universidad de Cuenca organiza periódicamente talleres y seminarios con diferentes temas, como por ejemplo cuando el personal internacional se halla de visita se aprovecha para dictar un seminario en temas específicos. Para la enseñanza de los diversos módulos se hace con personal internacional.

La tabla 2 da un resumen de los proyectos de investigación realizados por PROMAS Universidad de Cuenca. Varios de los proyectos son financiados por la Agencia Belga para la Cooperación y el Desarrollo y obtenidos dentro del marco de la Cooperación Ínter universitaria entre las universidades flamencas, asociado en el Consejo Ínter universitario flamenco, y de la Universidad de Cuenca. Otro proyecto ha sido obtenido en financiamiento con la FUNDACYT en este no solo que se ha conseguido el financiamiento con fondos del Estado para equipar a la Unidad de Acción Prioritaria sino que también se ha conseguido la nominación como tal. Estos proyectos tienen como objetivo aumentar la capacidad del programa y de su maestría y de la investigación de PROMAS Universidad de Cuenca en el campo del manejo de los recursos del suelo y del agua.

Los proyectos se consideran como paso en la obtención de otros contratos de investigación. Lo anterior está en línea con el objetivo a largo plazo del PROMAS Universidad de Cuenca de convertirse en un centro de investigación de la excelencia en el campo del manejo y conservación de los recursos del suelo y del agua.

**Tabla 1.** Estructura y características importantes del Curso de Postgrado: Maestría de Ciencias en Manejo y Conservación del Agua y del Suelo.

<b>Tipo</b>	<b>Título del curso</b>	<b>Número de horas</b>
Postgrado	Curso Internacional de postgrado en agricultura irrigada 7 Módulos	560 horas
Postgrado	Formulación de proyectos de Investigación 5 Módulos	540 horas
Postgrado	Varios cursos y seminarios en diferentes temas	variable
MSc (Estándar Internacional)	Maestría de Ciencias en manejo y conservación del agua y del suelo: 3 opciones: Conservación de suelos, Hidráulica y Recursos Hídricos y Gestión de Cuencas Hidrográficas	1600 horas presenciales (2 años tiempo completo)

**Tabla 2.** Resumen de los Proyectos de Investigación (PROMAS Universidad de Cuenca, 1996 a 2006).

<b>Código</b>	<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Periodo</b>
VLIR 1	Investigación sobre el manejo día a día de sistemas de riego	04/1996 – 12/2000
P BID130	Métodos de riego y control de la Erosión de Suelos Andinos	05/1996 – 09/2001
VLIR 3	Diagnóstico y solución a la degradación del suelo en el Austro Ecuatoriano	01/1998 – 12/2002
VLIR 4	Desarrollo participativo de la innovación tecnológica del manejo sostenible de los recursos naturales del agua y del suelo en el sur de los Andes del Ecuador	05/2001- 04/2005
VLIR5	Hacia un manejo integral de las áreas tropicales de montaña: el problema de los sedimentos en la cuenca del Paute, Ecuador	07/2003 – 06/2007
VLIR 6	Contribución de la aforestación y reforestación su relación con el desempeño socio económico del suelo en el Sur de los Andes del Ecuador	09/2005 – 08/2008
EPIC-FORCE	Políticas basadas en evidencia para el control integral de cuencas forestales bajo precipitación extrema y deshielo EPIC FORCE	02/2005-02 2008
CONESUP EL CAJAS	Determinación de la Capacidad de Regulación natural de las Lagunas de El Cajas	03/2006 – 03/2009
UAP PROMAS	Unidad de Acción Prioritaria para el Manejo y Conservación del Agua y del Suelo	12/2003 – 08/2006

Los esfuerzos se emprenden actualmente en establecer asociaciones de investigación con otros institutos en los Estados Unidos, Europa y otros países en América latina. El financiamiento obtenido a través de la investigación (actividad a mediano plazo), enumerados en la tabla 2, ofrece al PROMAS Universidad de Cuenca grandes posibilidades de consolidar sus recursos humanos y físicos. Además, la investigación contribuye a integrar y fortalecer el concepto del enfoque de sistemas en todas las actividades de PROMAS Universidad de Cuenca, tales como entrenamiento, investigación y consultoría, respectivamente.

Mientras el comienzo de PROMAS Universidad de Cuenca ha sido con la ejecución de trabajos de consultoría pequeños todavía ahora, PROMAS Universidad de Cuenca, persigue la ejecución de trabajos de consultoría, principalmente porque esto ayuda al personal a permanecer en contacto con el mundo verdadero (véase la tabla 3). PROMAS Universidad de Cuenca no solamente desea ser un centro de investigación de la excelencia en el campo del manejo de recursos del suelo y del agua. Al mismo tiempo, PROMAS Universidad de Cuenca espera contribuir en la elevación del estándar de vida de las comunidades locales en las provincias de Azuay, de Cañar y Chimborazo.

Los proyectos de consultoría también se utilizan para emplear a los mejores estudiantes de los últimos años y para proporcionar a estos estudiantes que se interesen en los proyectos por la investigación de la tesis. De esta forma, PROMAS Universidad de Cuenca tiene la oportunidad de trabajar con estudiantes de último año utilizando su fuerza y capacidad técnica/científica y trabajar en equipo. Se espera a que se gradúen y se coloca a los mejores estudiantes en los proyectos de investigación.

**Tabla 3.** Proyectos de consultoría.

<b>Nombre del proyecto, entidad patrocinadora, período</b>
Estudio de Prefactibilidad de las Centrales Hidroeléctricas Llavircay y Dudas Empresa Eléctrica Azogues C.A. Agosto 2006 Enero 2007
Estudios del Sistema de Riego para las Comunidades de Chuguines del Pueblo Kichwa Cañari Consejo de Desarrollo de las Nacionalidades y Pueblos del Ecuador CODEMPE Corporación Frente para Organizaciones Indígenas y Campesinas de Ingapirca FOCAI Noviembre 2005 a Abril 2006
Estudio Fluviomorfológico del Río Tomebamba Municipalidad de Cuenca Julio 2005 Febrero 2006
Estudio Hidroenergético Integral de la Cuenca del Río Mayo Chinchipe CONELEC Diciembre 2004 Agosto 2005
Estudio hidroenergético integral de la cuenca de los ríos Santiago y Cayapas Consejo Nacional de Electricidad CONELEC Diciembre 2002 a Agosto 2003
Implementación del Programa CERES CODERECH Noviembre 2003 a Febrero 2004
Análisis y caracterización de la Economía Familiar, Condiciones de Pobreza y Situación de Género en 5 poblados de la Provincia de Azuay y Cañar: Bulán, San Fernando, Sigsig, Cachi y Suscal. Pacific Consultants International Julio 2003 a Agosto 2003
Implementar el software CERES para el Sistema de riego de Toallo Comunidades IEDECA Junio a Agosto 2003
Diseño y ejecución del Plan de manejo para la recuperación y protección del paisaje natural de las márgenes del río Burgay en la ciudad de Azogues OFIS, Oficina de Investigaciones Sociales y del Desarrollo Abril a Junio 2003
Estudios de Mitigación del Impacto causado en la Margen derecha del Río Tomebamba a la altura del Puente de Todos Los Santos BCE, Banco Central del Ecuador Marzo a Abril 2003
Implementación de un software para el manejo automatizado de catastros en el Municipio de El Pan Municipio de El Pan Marzo a Junio 2003
Estudios técnicos, financieros, socio económicos y medio ambientales de factibilidad del proyecto de uso múltiple Río Shincata Compañía SWECO Internacional Febrero a Septiembre 2003
Recopilación y Análisis de la situación socio – económica de cinco poblados de las provincias de Azuay y Cañar: Bulán, San Fernando, Sigsig, Cachi y Suscal. PCI, Pacific Consultants International Diciembre 2002 a Febrero 2003
Estudios a nivel de diseño definitivo del proyecto de Riego Chordeleg de una extensión aproximada de 350 ha. Municipio de Chordeleg Mayo a Septiembre 2002

<p>Estudios de Generación de Información Básica para el sistema de Riego Tahuín CODELORO, Corporación de Desarrollo Regional de El Oro Abril a Septiembre 2002</p>
<p>Adaptación al Sistema Administrativo para proyectos de Riego CERES, algunos componentes adicionales para cubrir las necesidades del manejo de información de las Juntas de Usuarios del Río Mashcon y Chonta del Distrito de Riego Cajamarca en Perú. Junta de Usuarios del Río Mashcon, Junta de Usuarios del Río Chonta, SVN Perú Diciembre 2001 a Marzo 2002</p>
<p>Estudios de factibilidad en el Proyecto de Uso Múltiple para abastecimiento de agua de riego, agua potable y generación de energía eléctrica – PUMA. - H. Consejo Provincial del Azuay - H. Consejo Provincial del Cañar - I. Municipio de Azogues - I. Municipio de Paute - EMPAPAL, Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Azogues. - COPOE, Consejo de Programación de Obras de Emergencia - CREA, Centro de Reconversión Económica de Azuay, Cañar y Morona Santiago - CECCA, Centro de Educación y capacitación del Campesinado del Azuay Abril a Septiembre 2002</p>
<p>Estudio de identificación expedita de uso de agua en la cuenca del Río Galuay. EMAPAL, Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Azogues Junio a Julio 2001</p>
<p>Levantamiento de la información de campo para la rehabilitación de sistemas de riego comunitario, análisis de la información y la formulación de recomendaciones para mejorar los sistemas de riego. COSUDE, Proyecto de Desarrollo Agropecuario Nabón, Fase Dos. Junio a Agosto 2001</p>
<p>Análisis geomorfológico e hidrológico del deslizamiento en la margen izquierda del río Machángara en la zona de Saucay. ELECAUSTRO Diciembre 2000 a Marzo 2001</p>
<p>Estudio de riego y uso de suelos de la comuna de Chunasana, Nabón Proyecto Nabón Marzo a Junio 1998</p>
<p>Estudios ambientales para el Plan de Gestión Ambiental, en la comunidad de Dandán, del proyecto Santa Isabel IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Octubre 1997 a Febrero 1998</p>
<p>Estudio e implementación de fincas demostrativas en las zonas de Chontamarca, San Antonio de Paguancay, Chauchas – Suscal y Jabaspamba – El Tambo. - MBS, Ministerio de Bienestar Social - CARC, Proyecto Cuenca Alta del Río Cañar Septiembre 1997 a Enero 1999</p>
<p>Estudios de un sistema de Turbo – Bombeo con fines de riego para la comunidad de Sigsihuayco - DRI, Unidad Ejecutora del Proyecto - CARC, Proyecto de la Cuenca Alta del Río Cañar Septiembre a Diciembre 1997</p>
<p>Estudio de Factibilidad del Proyecto de Riego Bulán – San Cristóbal COPOE, Consejo de Programación de Obras de Emergencia Septiembre a Diciembre 1997</p>
<p>Estudio Definitivo de los sistemas de riego de Chontamarca, Gualleruro, Bachirín y San Antonio de Paguancay, en la cuenca alta del Río Cañar MBS, Ministerio de Bienestar Social, Enero a Julio 1994</p>

Al paso de los años el tipo de trabajos de consultoría, eran principalmente estudios de pre-factibilidad, de factibilidad y de diseño, PROMAS Universidad de Cuenca también entra en la puesta en práctica de los proyectos de demostración, que es un tipo puro de actividad pura de extensión. Esta evolución ayuda a diversificar la gama de productos y los servicios, PROMAS Universidad de Cuenca está ofreciendo en el campo del manejo de los recursos del suelo y del agua.

También en este tipo de proyectos la consultoría y extensión, PROMAS Universidad de Cuenca intenta poner en práctica el concepto en ejecución del enfoque de sistemas. Está realizando los diseños en armonía con la capacidad de la gente que tiene que operar y/o manejar los diseños puestos en ejecución, así como también tomar el cuidado que los diseños puestos en ejecución tenga un impacto mínimo en el ambiente.

Dado los muchos efectos beneficiosos en conducir este tipo de proyectos de consultoría, es seguro que PROMAS Universidad de Cuenca continuará en esta ruta. Por supuesto el desafío de PROMAS Universidad de Cuenca será mantener un buen equilibrio y avanzar conjuntamente con sus tres actividades básicas, la organización de los cursos de corto plazo y de largo plazo, la ejecución de la investigación, la consultoría y la extensión.

### CONCLUSIONES

- La presión del crecimiento de la población, la presión de la clase más pobre de la sociedad por la equidad, la necesidad del desarrollo de sistemas que son sostenibles y sistemas que tienen un impacto mínimo en el ambiente, deben propender a hacer que la tierra siga siendo habitable para las generaciones futuras, sin ninguna duda conduce a la introducción del concepto del enfoque de sistemas en muchas disciplinas. La ventaja de este concepto está en el planeamiento y las soluciones del diseño que se desarrollan dentro de un contexto holístico, es decir considerando no solamente los aspectos, técnicos y financieros de diseños deben ser considerados hasta llegar a una selección final. Hoy, en el planeamiento y el diseño tiene que ser prestada suficiente atención a todas las posibles interacciones de la interferencia humana con la sociedad y el medio ambiente de tal manera de tener bajo control o reducir al mínimo los daños al ambiente, o que los riesgos negativos inesperados de los aspectos ambientales de la puesta en práctica de un plan o construcción, estén bajo estricto control o sean minimizados.
- El concepto del enfoque de sistemas fue adoptado por PROMAS Universidad de Cuenca, un programa que emergió en 1991 de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Cuenca, Cuenca - Ecuador, por cuanto sus fundadores se dieron cuenta que era la única manera de alcanzar un desarrollo sostenible y paz social en la planificación y diseño de proyectos. El concepto fue desarrollándose gradualmente con el paso de los años principalmente con la ejecución de los trabajos del consultoría en el dominio del manejo de recursos del suelo y del agua. A través de la atracción de los proyectos de investigación, el concepto se ha reforzado, y se refleja hoy, en sus programas de entrenamiento recientes de corto y a largo plazo.
- El enfoque, el modo de operación y las realizaciones de PROMAS Universidad de Cuenca pueden ser considerados como ejemplo para iniciativas similares en otros países en vías de desarrollo. Dado la semejanza en la mayoría de los países, en los problemas técnicos,

sociales y ambientales en el campo del manejo del suelo y del agua, se espera que si los proyectos similares como el de PROMAS Universidad de Cuenca; en esos países emerjan desde el interior de las Universidades, lo cual conducirá a la búsqueda de cooperación que llevara a fortalecer la capacidad global en ciencia y tecnología en este campo. Lo anterior será necesario a fin de que se pueda llegar en los próximos 25 años a soluciones de un desarrollo sostenible mucho mayor y de un más grande e importante logro social.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Bonte-Friedheim, C. and K. Sheridan (Eds.), 1997. The globalization of science: The pace of agricultural research. Publication of the International Service of National Agricultural Research (ISNAR), The Hague, The Netherlands, 216pp.
- Castensson, R., M. Falkenmark and J.E. Gustafsson (Eds.), 1990. Water awareness in societal planning and decision-making. Swedish Council for Planning and Coordination Research, FRN Report 90 (9), Stockholm, Sweden.
- Chorley, R.J. and B.A. Kennedy, 1973. Physical Geography: a systems approach. Prentice Hall, 1973.
- Falkenmark, M. and G. Lindh, 1993. Water and economic development: A guide to the World's fresh water resources. In: Water in crisis (P.H. Gleick, ed.). Publication of the Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security. Stockholm Environment Institute, Oxford University Press: 80-91.
- Nelson, G.A., 1996. Modelo de Ecodesarrollo cuenca - ciudad aplicación de Enfoque Ecológico, Enfoque Sistémico y Sistemas de Informacion Geográficas. I Seminario - Taller Latinoamericano Sobre Modelos De Ecodesarrollo Cuenca - Ciudad Con Aplicacion De Enfoque Sistémico y SIG. Cali, Colombia.
- Hutchinson, J.C., 1986. Total catchment management and teaching geography. Journal of Soil Conservation, New South Wales, Australia, 42(1): 83-85.
- PROMAS, 1996a. Proyecto: Métodos de riego y control de erosión en suelos andinos (P - BID - 130). Documento del proyecto e informes. Instituto de Investigaciones, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- PROMAS, 1996b. Proyecto: Investigación sobre el manejo día a de sistemas de riego (P - VLIR - 001). Documento del proyecto e informes. Instituto de Investigaciones, Universidad Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- PROMAS, 1998. Proyecto: Diagnóstico y soluciones para la degradación de suelos en el Austro Ecuatoriano. Documento del proyecto e informes. Instituto de Investigaciones, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.