

SIG en UGM

Uso de los Sistemas de Información Geográfica en la Gestión Vial Municipal

Ing. Alexander Cerdas Hernández

Unidad de Gestión Municipal - PITRA

alexander.cerdas@ucr.ac.cr

En Costa Rica, la Red Vial Cantonal (RVC) es administrada por los municipios quienes son los responsables de la construcción y mantenimiento de las vías y puentes municipales.

La Universidad de Costa Rica por medio del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) firma convenios de cooperación técnica con las municipalidades para brindar capacitación, ensayos y asesoría en gestión vial.

Este boletín tiene como objetivo describir los principales procesos y análisis cartográficos que se realizan con un Sistema de Información Geográfica (SIG) dentro de la Gestión Vial Municipal.

El SIG es una herramienta informática que se caracteriza por manejar datos geográficos, los cuales se pueden representar gráficamente en un mapa, además es capaz de resolver problemas complejos de planificación y gestión de la información.

Planificación de los datos espaciales.

Las capas que se crean y se analizan en el SIG para el diagnóstico de la Red Vial conllevan procesos de evaluación de la condición y asignación del tipo de intervención.

Para estudiar estas variables, es necesario llevar a cabo una recopilación de los datos iniciales que ayudan a definir un área de estudio, entre estos están: capas de poblados, uso del suelo, límites distritales, curvas de nivel, fallas geológicas, calles y ríos. En algunos casos es común enfrentarse ante el problema de que los datos inicialmente se encuentran en formatos y sistemas de coordenadas diferentes. Por lo que el primer reto y primer uso que se le da a la herramienta del SIG es convertir cada una de estas

capas en un formato espacial común y proyectar cada una de las capas a un único sistema de coordenadas.

En otras ocasiones el problema es diferente, pues la información existe, pero no en formato digital, si no en formato físico como planos o mapas impresos. Bajo estas circunstancias lo que procede es convertir lo analógico en digital por medio de escáner o digitalizando la información para obtener datos digitales. Como se muestra en la Figura 1, el proceso de digitalización se realiza basándose en otras fuentes que pueden ser imágenes georreferenciadas u ortofotos (raster) o sobre otras capas digitales (vectores), así de esta manera se puede obtener capas actuales, confiables y digitales, posibles de manejar en un SIG.

Figura 1. Sobreposición de capas tipo raster y tipo vector



Fuente: Unidad de Gestión Municipal, 2013.

El diseño de la base de datos y la estructura de cada capa o variable lleva un proceso que se resume en los siguientes pasos:

1. Crear la base de datos espacial. Consiste en agrupar variables similares de un tema común de estudio. Por ejemplo: red vial asfaltada, caminos rurales, puentes o señales de tránsito.
2. Definir la geometría de las capas en puntos, líneas o polígonos. Se debe decidir si una calle se representa por una línea o un polígono; un árbol por un punto o representar el bosque por medio de un polígono; estos son algunos ejemplos de cómo se define el tipo de geometría a utilizar, para describir una variable del mundo real, de acuerdo a la escala.
3. Tabla de atributos: es la información tabular relacionada a cada capa geométrica. Las capas tienen una estructura constituida por columnas que representan los campos de las entidades y las filas que son cada una de las figuras que se dibuja o se crea. Una misma entidad puede tener diferentes clasificaciones (ver Figura 2) dependiendo de sus atributos.
4. Formato del atributo: pueden ser de tipo textual, por ejemplo cuando se anota el nombre de un río o numéricos cuando se calcula la longitud de un camino.

Diagnóstico de la Red Vial.

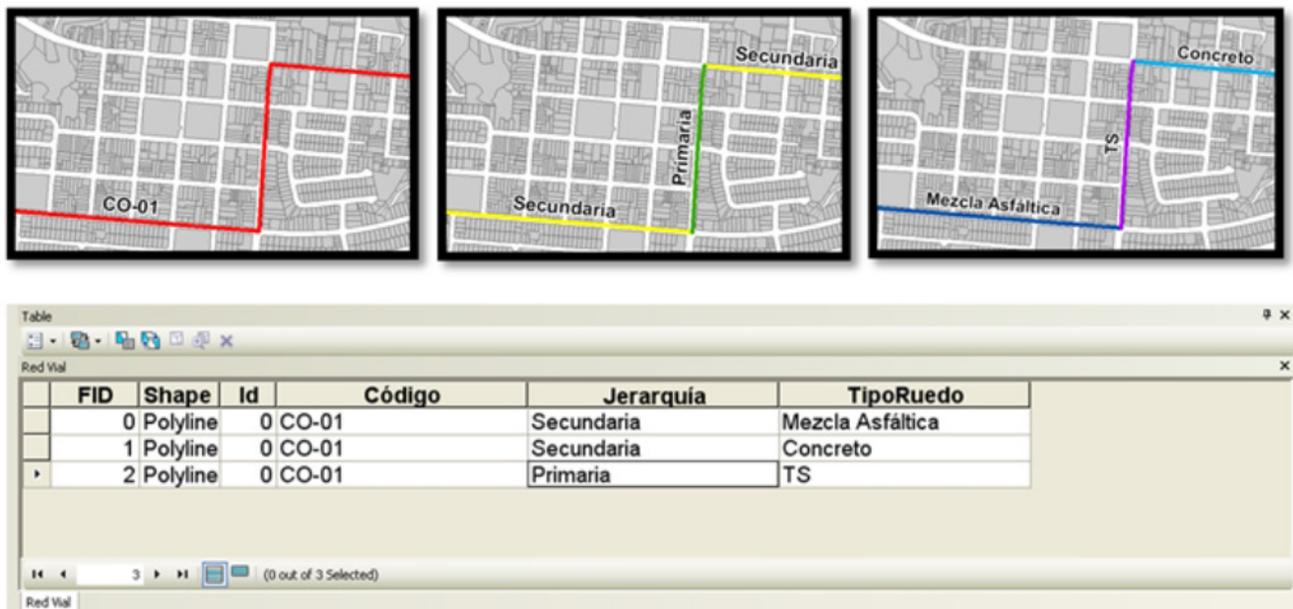
Una vez establecido el mapa base, con el SIG se pueden lograr más beneficios, por ejemplo: diferenciar por colores cada uno de los distritos del cantón, colocar una etiqueta que indique el nombre de cada uno de los poblados, crear una clasificación del campo de pendientes por rangos y colores, diferenciar con un estilo y color de línea las calles de los ríos, y así de esta forma, el mapa pueda ofrecer información visual preliminar.

Dentro de los convenios de cooperación técnica, se han impartido capacitaciones en el uso de sistemas de información geográfica y metodología de levantamientos de datos utilizando dispositivos de posicionamiento satelital (GPS), con el objetivo de involucrar a las Unidades Técnicas de las municipalidades en los procesos cartográficos.

La base de datos de la Red Vial Cantonal Asfaltada (RVCA) está conformada en esta etapa de evaluación, por las capas de jerarquía, tipo de ruedo, códigos de caminos, conteos vehiculares, condición estructural y funcional del pavimento y caracterización de la estructura de la vía.

La capa de jerarquía consiste en definir el tipo de vía en primarias, secundarias, terciarias, vecinales o de travesía. Para la capa

Figura 2. Clasificación por atributos.



Fuente: Unidad de Gestión Municipal, 2013.

de ruedo se clasifican los siguientes tipos de material: mezcla asfáltica, tratamiento superficial, concreto, adoquín, lastre y tierra. Los códigos de las rutas son nomenclaturas que se le asignan a los caminos cuando estos se convierten en calles públicas y se detalla la descripción del inicio y fin de camino, intersecciones y la longitud total del tramo.

Los conteos vehiculares es una variable que se obtiene por medio de la instalación de contadores neumáticos, que contabilizan el número y clase de vehículos en un determinado sitio de la red vial. Los conteos por tratarse de sitios puntuales, se representan en el mapa por medio de un punto espacialmente ubicado en la red vial.

La condición estructural se evalúa por medio del deflectómetro de impacto (FWD) lo cual ejerce una carga a la estructura del pavimento, representada por puntos georreferenciados cada 50 metros (Ver Figura 3). La capacidad estructural es la capacidad que tiene la estructura del pavimento de soportar las cargas del tránsito.

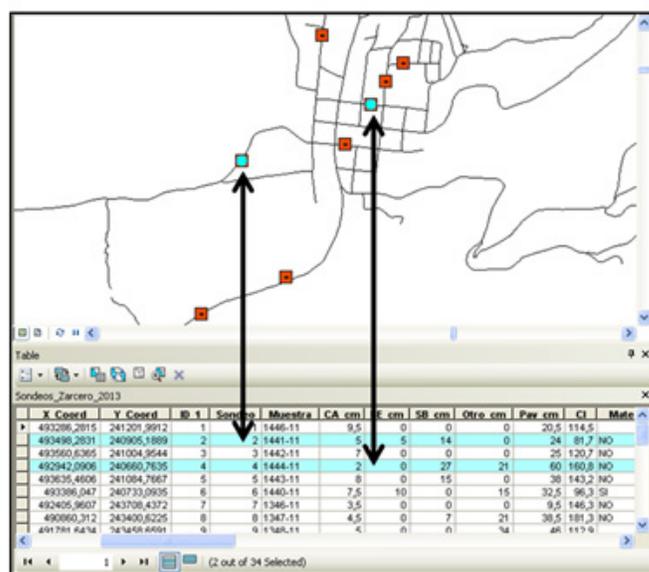
Una manera de definir la condición funcional en la que se encuentra una estructura es mediante la medición del perfil longitudinal, para calcular el Índice de Regularidad Internacional (IRI). El perfil longitudinal puede ser obtenido mediante el uso de un perfilómetro inercial con puntos georreferenciados cada 25 metros.

Los sondeos a cielo abierto o trincheras, son agujeros o cajones que se hacen para conocer la caracterización y espesor de las capas que componen una estructura vial, también se ejecutan para caracterizar los materiales granulares de las bases o sub-bases.

Al realizar los sondeos, la subrasante queda expuesta, por lo que se mide la capacidad de soporte (resistencia al corte) mediante la ejecución del ensayo de CBR (California Bearing Ratio) en sitio, cuyo objetivo es determinar la capacidad del material a las condiciones en que se verá sometido por cargas.

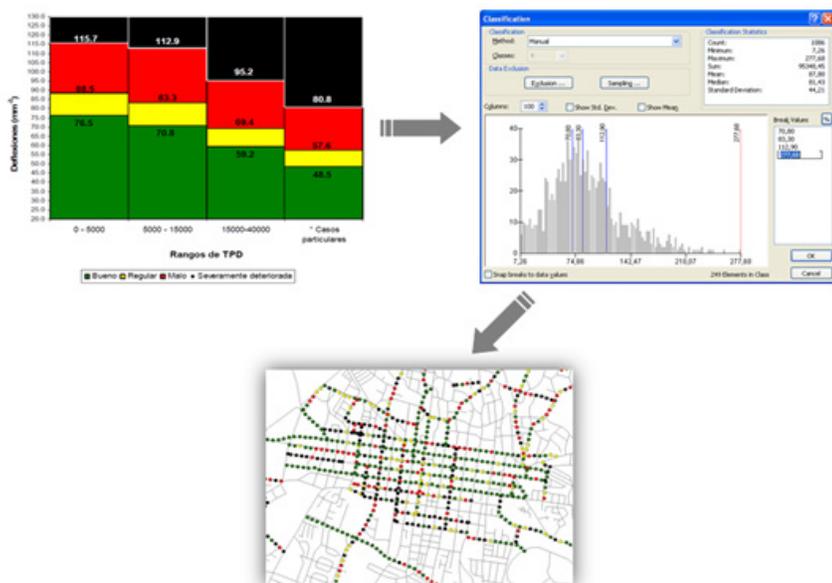
Con el SIG cada sondeo puede ubicarse espacialmente y tener una relación con la tabla de atributos como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Relación espacial de la tabla de atributos con la figura geométrica.



Fuente: Unidad de Gestión Municipal, 2013.

Figura 3. Rangos del parámetro FWD, clasificado en clases mediante herramientas SIG.



Fuente: Unidad de Gestión Municipal, 2013.

Con respecto a la Red Vial Cantonal en Lastre (RVCL), existe la generalidad de que en zonas urbanas la cobertura pavimentada es casi del 100 %, pero en zonas rurales esta situación se invierte totalmente, ya que la mayoría de caminos municipales en estas zonas se encuentra en lastre o tierra, con la excepción de los cuadrantes urbanos de cabecera de poblados. Las rutas rurales son necesarias e importantes porque dan conectividad y desarrollo a los poblados, por ejemplo llevando turistas a su destino o para el transporte de productos agrícolas. Por estas razones es que se ha considerado la creación de una base de datos enfocada a los caminos rurales.

El proceso de evaluación de la RVCL inicia con la clasificación de las vías en categorías de jerarquía funcional de acuerdo a las necesidades y estrategias de conectividad interna y externa del cantón, lo cual está asociado a la definición de un nivel de

servicio acorde a cada categoría de jerarquización. Luego, se realizan recorridos donde se efectúan actividades de inventario e inspección visual de elementos básicos de ingeniería de carreteras de bajo volumen o rurales y se aplican criterios de evaluación que permiten establecer la condición funcional actual de cada camino.

La recopilación de datos se lleva a cabo como se muestra en la Figura 5, mediante el inventario de caminos, levantamiento de puntos y trazados con GPS, fotografías vinculadas a cada sitio y plantillas donde se ingresa la información pertinente de la sección y perfil del camino al SIG.

Para la base de datos de puentes municipales, se realizan inventarios e inspecciones de campo donde se determina la ubicación, tipo de superestructura, longitud y ancho del puente, material, tipos de apoyo, nombre del río o carretera que cruza.

Figura 5. Fotografías vinculadas al levantamiento de campo.



Fuente: Unidad de Gestión Municipal, 2013.

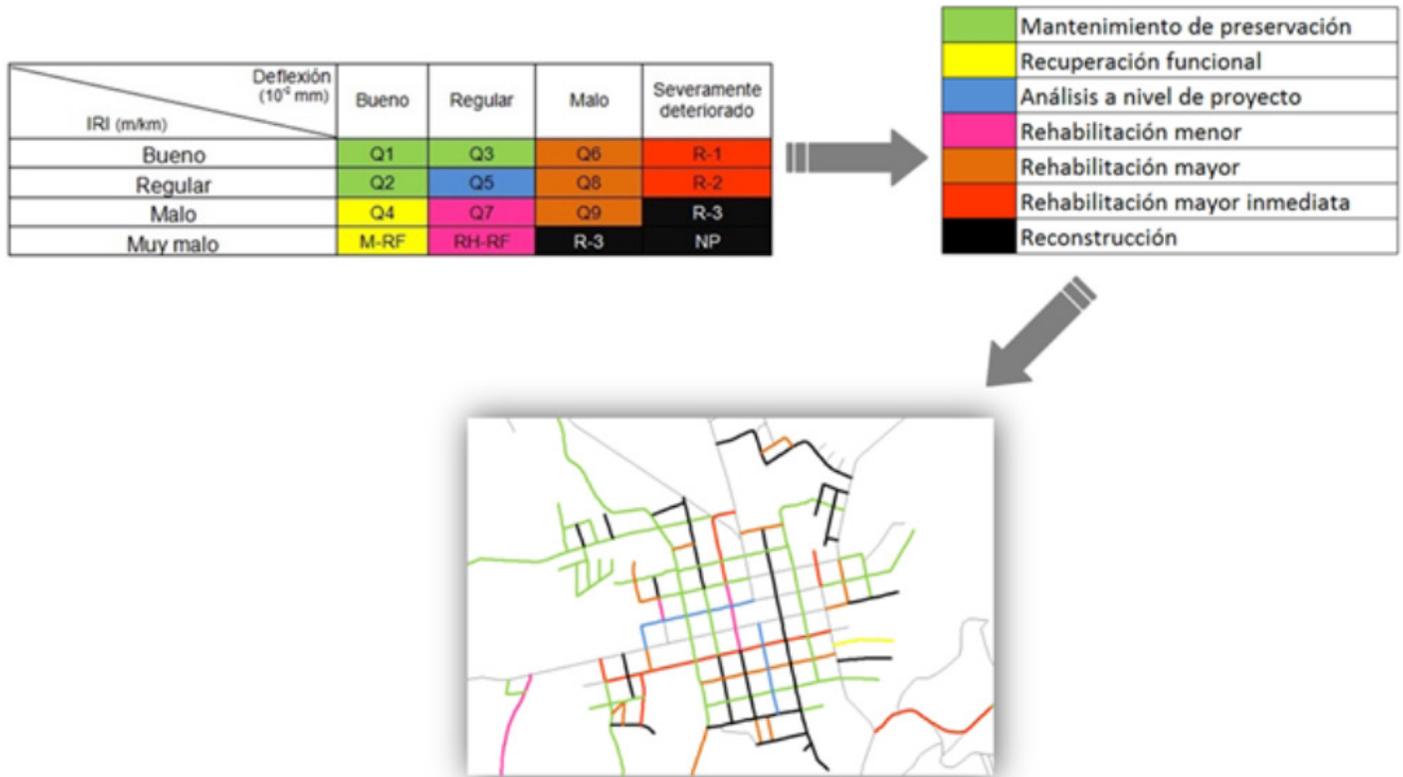
Análisis y Tipos de Intervención.

Después de hacer este breve repaso donde se enumeraron las principales capas que conforman las bases de datos y se describió los principales procesos de diagnóstico de la red vial municipal, se prosigue a realizar un análisis de los datos para obtener información útil en la toma de decisiones y proponer tipos de intervención en cada uno de los temas.

Se separan los análisis de los diferentes tipos de infraestructuras, debido a que cada una tiene particularidades y propuestas diferentes.

En el caso de la Red Vial Cantonal Asfaltada, los procedimientos de análisis consisten en la sobreposición de capas y la relación entre variables para obtener notas de calidad por tramos homogéneos y proponer tipos de intervención específicos. Ver Figura 6.

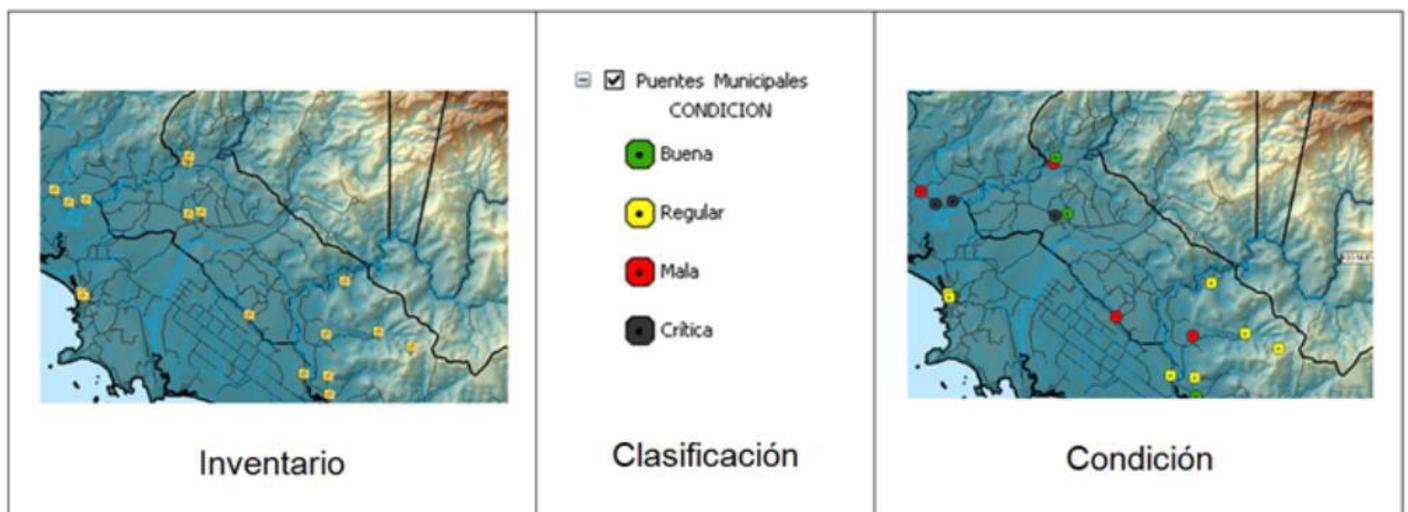
Figura 6. Clasificación por tipo de intervención.



El proceso es similar para la RVCL, donde una vez definido el diagnóstico y se tiene claro la distribución porcentual de los diferentes niveles de condición actual asociados a la jerarquía de vías, se proponen alternativas de intervención que permitan alcanzar gradualmente o mantener, en el mediano plazo, el nivel de servicio asociado.

Con respecto a los Puentes Municipales (Figura 7), el análisis de la información conlleva determinar una condición estructural y funcional del puente. Luego se establecen planes de conservación y mantenimiento dependiendo de la priorización de los daños.

Figura 7. Proceso de clasificación de puentes por tipo de condición.



Fuente: Unidad de Gestión Municipal, 2013.

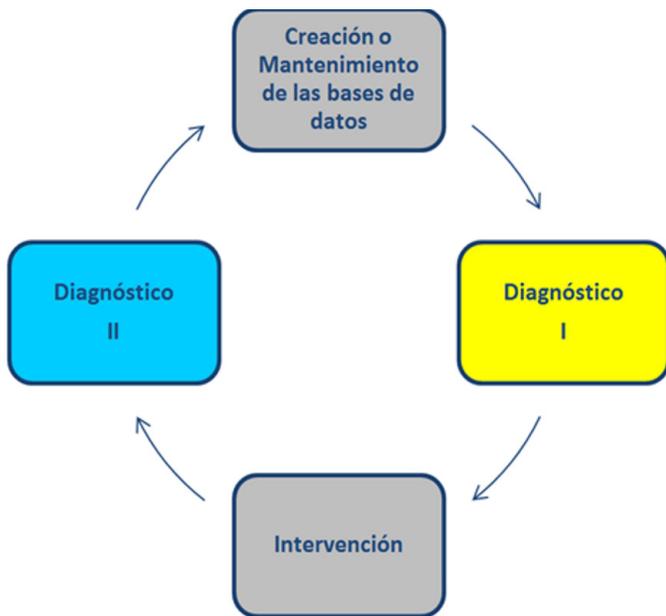
Ejecución.

La etapa de ejecución consiste en aplicar los planes de intervención y aseguramiento de la calidad mediante planes quinquenales. De esta forma, el cumplimiento de las intervenciones se lleva a cabo de una forma planificada y basado en un criterio técnico.

Mantenimiento.

Finalmente, la última etapa de mantenimiento (Figura 8), se convierte de nuevo en la etapa inicial de evaluación, con el objetivo de mantener las bases de datos actualizadas. Aquí es donde el SIG cumple su mayor objetivo pues permite monitorear espacialmente y periódicamente el funcionamiento y vida útil de la red vial, pudiéndose identificar oportunamente cuando se requiere una intervención.

Figura 8. Proceso de mantenimiento de una base de datos.



Fuente: Unidad de Gestión Municipal, 2013.

Conclusiones.

La diversidad y el número de capas de evaluación ha sido posible de analizarse, gracias a la implementación de un Sistema de Información Geográfica que permite la gestión de la información espacial. Convirtiendo el SIG en una herramienta muy adoptada por las municipalidades quienes son los responsables de velar y mantener en buen funcionamiento la red vial municipal.

Para lograr asegurar la calidad de las obras y por consiguiente una mejor calidad de vida para los usuarios, el uso del SIG ha sido muy útil para revisar y verificar el estado de las obras,

monitoreando periódicamente la red vial, bajo criterios técnicos que controlan el tipo de intervención y nivel de prioridad.

Bibliografía.

·Pensando en el SIG. Tomlinson, Roger. Tercera Edición. ESRI Press. Redlands, California. 2007.

·Sistemas de Información Geográfica. Bosque Sendra, Joaquín. Segunda Edición. Ediciones RIALP, S.A. Madrid, España. Noviembre, 2000.

Programa de Infraestructura del Transporte - PITRA

Ing. Luis Guillermo Loría, PhD.
Coordinador General

Ing. Fabián Elizondo
Subcoordinador

Unidades

Unidad de Auditoría Técnica

Ing. Jenny Chaverri, MScE.
Coordinadora

Unidad de Materiales y Pavimentos

Ing. José Pablo Aguiar, PhD.
Coordinador

Unidad de Evaluación de la Red Vial

Ing. Roy Barrantes
Coordinador

Unidad de Gestión Municipal

Ing. Jaime Allen, MSc.
Coordinador

Unidad de Desarrollo y Actualización de Especificaciones Técnicas

Ing. Jorge Arturo Castro
Coordinador

Unidad de Puentes

Ing. Rolando Castillo, PhD.
Coordinador

Unidad de Seguridad Vial y Transporte

Ing. Diana Jiménez, MSc., MBA
Coordinadora