



## **Universität Salzburg Austria**

Programa de educación a distancia UNIGIS MSc (GIS)  
- Master of Science (Geographical Information Science & Systems)

### **MODULO OPTATIVAS**

### **S.I.G. EN SERVICIOS COMUNALES**

**INSTRUCTORA DEL MODULO:** MSc. Beltrán Ramallo Rafael

**ELABORADO POR:** Gloria Guadalupe Toscano Broncano

**CODIGO\_ESTUDIANTE:** S\_COMUN\_TOSCANO

**PERIODO: 2016A**

# PLAN DE PROYECTO

## 1. Título del Plan de Proyecto

Analisis de la localización óptima del Nuevo Parque EcoIndustrial del Cantón Riobamba, mediante Evaluación Multicriterio (Ecuador)

## 2. Justificación

La planificación y el ordenamiento territorial constituyen herramientas fundamentales para la gestión del territorio y un adecuado manejo de los recursos naturales, desde una perspectiva, en la cual el ser humano y su entorno son el centro de ese desarrollo.

Este proyecto, pretende aplicar una metodología para la asignación óptima en el territorio cantonal para el sector Industrial, usando Sistemas de Información Geográfica (SIG), en combinación de Técnicas de Evaluación Multicriterio, cumpliendo normativas locales, nacionales e internacionales como: la Constitución de 2008, Art. 241 y, Art. 264; el Plan Nacional para el Buen Vivir; la Política Industrial del país; el Código de Ordenamiento Territorial, Autonomías, Art. 3, literal e, Art. 54 y Art. 55; y la Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales, Art. 6.; manteniendo, la armonía con el medio ambiente, el contexto urbano y la planificación de actividades industriales, impulsando los cambios de la matriz productiva del cantón Riobamba.

El PDOT, hace referencia, al tema del plan de desarrollo económico, en relación a la elaboración la Agenda de Transformación Productiva de Chimborazo, en la que trata de diseñar políticas anti cíclicas, que brinden una verdadera respuesta al esquema de recesión y crisis actual, respecto a la Industria y Comercialización que es mantener el uso de suelo del Parque Industrial actual y Planificar la nueva zona industrial.

El actual parque Industrial del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba (GADMR), fue creado, el 16 de julio de 1976, como Empresa Mixta para impulsar el desarrollo cantonal y provincial. En la actualidad, el diagnóstico de las categoría de ordenamiento urbano, determinó el cambio en el objetivo de uso del suelo del parque industrial; el Plan de Desarrollo y de Ordenación Territorial (PDOT), del GADM Riobamba, describe la Inexistencia de un sitio asignado para la implantación de un nuevo parque industrial (GADM Riobamba, 2015).

La actividad industrial se refleja en el escaso uso del Parque Industrial de Riobamba, el cual no ha sido utilizado en su totalidad para los propósitos que fue creado. Más por el contrario la falta de políticas locales, coherentes han logrado que la actividad industrial, que debería haberse concentrado en el Parque, se haya desperdigado, por algunos sectores de la periferia urbana, tratando de mantenerse en el mercado, con una fuerte competencia local, nacional y extranjera, por la apertura de mercados internacionales y el proceso de globalización en sí.

Debido al incremento desordenado de las actividades productivas dentro del cantón y la falta de zonas adecuadas, se ve la perspectiva de localizar

espacios geográficos óptimos para estos sectores productivos, mediante un análisis espacial con evaluación multicriterio, lo cual se realizará desde el punto de vista de la geografía cuantitativa, que beneficiará a la población en general y de forma directa al sector industrial, que será ejecutado en un plazo máximo de seis meses.

## **2.1. Alcance**

El presente trabajo pretende determinar un área específica dentro de los 998.32km<sup>2</sup> del territorio cantonal de la provincia de Chimborazo, para la localización de un futuro parque eco-industrial. Se desarrollará un análisis de las variables ambientales, económicas, sociales y normativas de acuerdo al reglamento local, nacional e internacional referente a las áreas industriales de una ciudad.

La localización óptima, del parque industrial, permitirá; percibir los niveles de satisfacción de la ciudadanía con el GADM de Riobamba, aprovechar los recursos económicos en la adaptación del terreno, infraestructura vial, recurso hídrico, tiempos y costos de movilidad hacia las arterias viales principales y minimizar el impacto socio-ambiental.

## **3. Diagnóstico de la situación actual.**

Para desarrollar este proyecto, el soporte principal es la recopilación de datos en la fuente se lo hará mediante observaciones directas, visitas in situ y aplicación de encuestas a los responsables de entregar información de las diferentes Departamentos de la Institución y otros usuarios internos, para determinar directamente los requerimientos institucionales y establecer las exigencias mínimas del sistema planteado como -solución SIG\_PI de la gestión de uso de suelo del GADM-Riobamba.

Las Direcciones de Gestión son varias, pero las que se relacionan directamente con este proceso corresponde a:

Dirección de Gestión de Ordenamiento Territorial (DGOT)  
Dirección de Gestión de Tecnologías de la Información (DGTIs)  
Dirección de Gestión de Planificación y Proyectos (DPP)

El diagnóstico de la situación actual de la GADM-Riobamba se desarrolló, por medio, de entrevista en reuniones con personal del Departamento de: TICs, DGOT DPP y Líder de Avalúos Catastros y SIG del GADM-Riobamba.

**Técnicas e Instrumentos:** Entre las principales son:

**Entrevistas:** a los directivos, funcionarios responsables de las diferentes Direcciones del GADM-Riobamba, a fin de recabar datos para la implementación del SIG para la gestión de uso de suelo en la zona Industrial Urbana.

**Observaciones directas** de cómo están distribuidas las instalaciones y de los recursos (materiales, tecnológicos) que cuenta para el funciona

Además, en el diagnóstico del esquema consultivo se orientó a la identificación de los usuarios, recursos existentes, requerimientos y manejo del procesamiento de la información.

Se identificaron los siguientes aspectos:

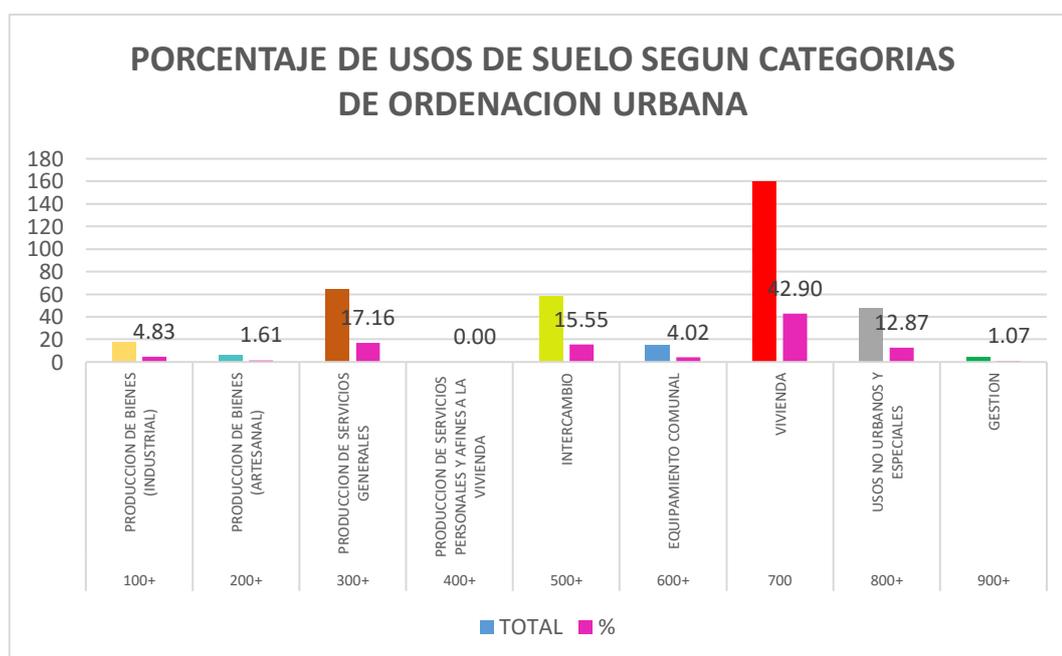
La administración y manejo de la información, de acuerdo al grado de interacción y roles específicos se los asigna según tipo de usuario así tenemos:

**Usuario Internos/Directo:** Son quienes están a cargo de la administración de los datos, manipulación de la aplicación SIG, compete a los funcionarios de la Unidad Tecnologías de la Información y la Comunicación TICs del GADM-Riobamba.

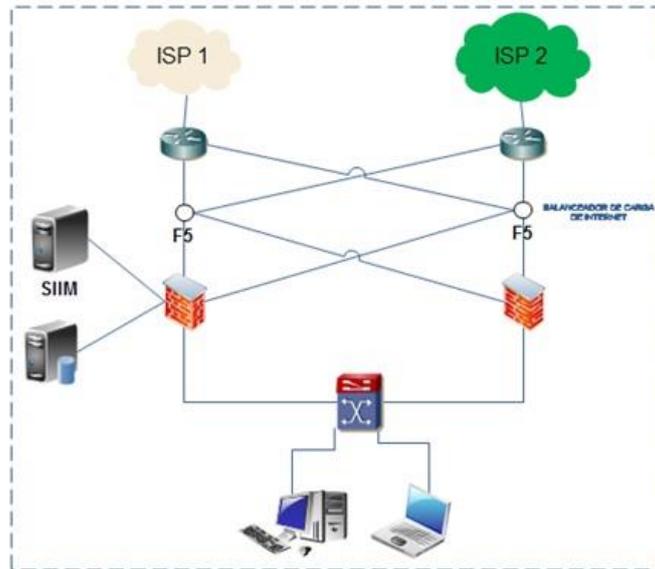
**Usuario Externo/Indirecto:** Compete a los funcionarios municipales de la GADM-Riobamba con funciones de estudio y evaluación.

**Usuario Externo/Ciente:** No interactúa con el sistema, pero se beneficia de los resultados gráficos o requerimientos vía solicitud en ventanilla de atención a la ciudadanía.

Se recopiló Información Base como:



Observaciones directas de la Infraestructura tecnológica del GADM-Riobamba, que está diseñada sobre una arquitectura de equipos informáticos sofisticados con la finalidad de optimizar, reutilizar y replicar de estandarizar hardware y software con la finalidad de reutilizar las herramientas tecnológicas para la explotación de la información catastral general.



## RECURSOS INFORMÁTICOS DISPONIBLES

### SOFTWARE:

El GADM-Riobamba, cumple los siguientes criterios: Software libre o de código abierto (open source o free software): Distribución libre y gratuita, Disponibilidad y Modificaciones en el código fuente, y; Software propietario o de código cerrado, que está protegido por las leyes, su distribución es delito, por lo que existe una combinación entre software open source y propietario como se detalla a continuación:

- ✓ **SIIM:** cuenta con un Sistema Integral de Información Multifinalitario SIIM, que integra varios Modulo, entre ellos Catastro Urbano



### BASES DE DATOS

- ✓ **PostgreSQL-Server + PostGIS:** SGBD multiusuario seleccionado para almacenar los datos geográficos.

### APLICACIONES

- ✓ **Jetty:** es un servidor HTTP 100% basado en Java y un contenedor de Servlets escrito en Java.

- ✓ **GeoServer** - un servidor [de código abierto](#) escrito en [Java](#) - permite a los usuarios compartir y editar [datos geospaciales](#).
- ✓ Java: es un [lenguaje de programación](#) de [propósito general](#), [concurrente](#), [orientado a objetos](#) que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible.
- ✓ **QGIS Server** es el servidor central del sistema de información geográfica, usado para la creación y gestión de los servicios SIG, por medio de la aplicación cliente Quantum GIS (QGIS) desktop.
- ✓ **Comercial ArcGIS Desktop 10.1** de Esri. Debidamente patentado bajo licencia ArclInfo. Gestionado por la Dirección de TICS.
- ✓ **Software AutoCAD Desktop** aplicativo informático orientado a operaciones de edición de la información. Elevada dependencia y uso generalizado.

### TECNOLOGIA EQUIPOS-HARDWARE

- ✓ **GNSS** (*Global* Navigation Satellite System)
- ✓ **Estación Total**
- ✓ Dispositivos GPS Portátiles.
- ✓ [Servidor de base datos blade hp c3000 = enclosure](#)
- ✓ [Servidor de aplicación siim blade hp c3000 = enclosure](#)
- ✓ Servidor Web
- ✓ PC Clientes y portátiles bajo sistema OP Windows 2008 en estaciones de trabajo aisladas con conexión permanente a la Internet.
- ✓ Impresora, escáner y plotter

### CARTOGRAFÍA

Cartografía Análoga a escalas de representación estándar de 1: 500 a 1:20000	Ráster
Modelo Digital del Terreno (MDT)	Ráster
Zonas, Subzonas, Polígonos catastrales, Zonas de Planeamiento de uso y ocupación del suelo.	Vector
Categorías de Ordenamiento Territorial (COT)	Vector
Red Vial	Vector
Red Eléctrica	Vector
Red Hidrográfica	Vector
Fuentes de Agua	Vector
Cobertura Telefónica	Vector

Cobertura Internet	Vector
Catastro Urbano y Rural	Vector
Poblaciones	Vector

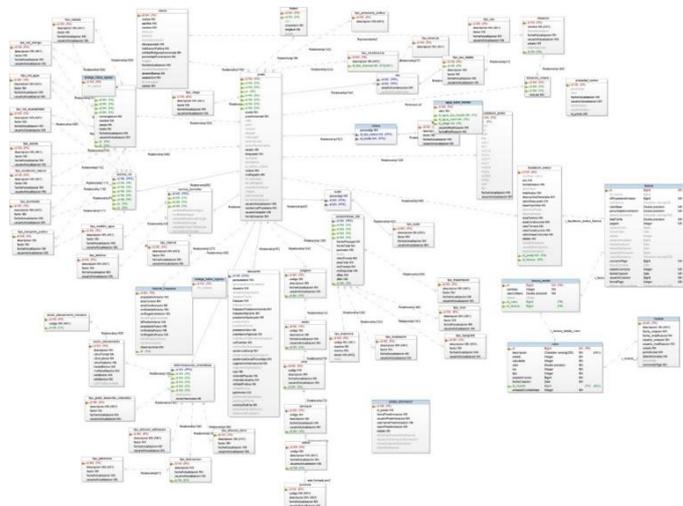
El diagrama representa el modelo conceptual de la estructura de la Base de Datos, convirtiéndose en una herramienta gráfica para crear, modificar e implementar integridad y constancia de datos de los diferentes componentes antes descritos.



Modelo Conceptual de la estructura de la Base Datos

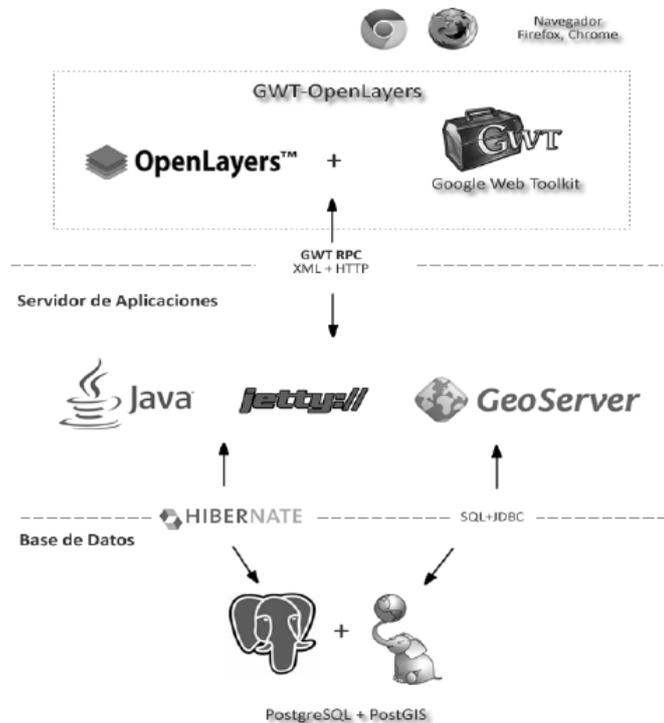
## MODELO LÓGICO

A partir del modelo conceptual se elabora el modelo lógico, con la información alfanumérica catastral almacenada en archivos secuenciales, que describe su estructura que puede ser procesada por cualquier gestor de base de datos (SGBD)



## 1. MODELO FÍSICO

El modelo físico propuesto contempla dos servidores de datos desarrollados en plataforma GeoServer y QGIS bajo sistema operativo Ubuntu con lenguaje de programación Java + Jetty. Una primera máquina actúa como servidor de Bases datos espaciales y servidor Web, mientras que la otra almacena la información espacial y alfanumérica contenida en la geodatabase ambos conectados mediante red gigabyte a los que acceden los usuarios desde sus terminales de trabajo.



El SGBD multiusuario seleccionado para almacenar los datos geográficos es PosgreSQL-Server + PostGIS.

Sin embargo, la información para la planificación y gestión del sistema de información geográfica para la definición de Uso de Suelo en la zona industrial del GADM-Riobamba es deficiente, en la actualidad enfrenta dificultades para ordenar, sistematizar, actualizar y automatizar, con facilidad y máxima confiabilidad, la información catastral de Uso de Suelo, del polígono industrial, ya que la tendencia corresponde la categoría Consumo con su sub-Clasificación Vivienda. Determinándose, que la zona no es Industrial, por lo que se debe aplicar estrategias que permitan articular esfuerzos y optimizar recursos; bajo los principios de transparencia, equidad y trabajo en equipo, a fin de localizar el sitio óptimo para el nuevo parque Industrial del cantón Riobamba.

## **4. Situación Propositiva**

### **4.1. Objetivos**

#### **GENERAL**

- Determinar la localización óptima para la construcción del nuevo parque industrial del cantón de Riobamba (Ecuador) mediante el uso de sistemas de información geográfica.

#### **ESPECIFICOS**

- Diagnosticar la situación del parque industrial actual y del área de estudio para la nueva infraestructura de las actividades industriales del cantón Riobamba.
- Establecer una propuesta metodológica para determinar la localización óptima de parques industriales.
- Fijar una propuesta de normativa para la localización de parques industriales.

### **4.2. Análisis de Requerimientos.**

Del análisis y valoración de la situación actual de la GADM-Riobamba en materia de gestión, usuarios, recursos tecnológicos y procesamiento de la información surgen los siguientes requerimientos funcionales e informáticos mínimos que la solución propuesta debe satisfacer.

### **4.3. IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA**

De esta manera la metodología, conlleva, a lograr un análisis pertinente, respecto a la localización óptima, para el emplazamiento de movimientos productivos, de mediano impacto, estableciendo requisitos mínimos, tanto en los aspectos de: infraestructura de servicios básicos, ambientales, sociales y geográficos, mismos que incidirán en la determinación del suelo óptimo, con miras a promover la transformación de las actividades industriales, la innovación y el desarrollo de nuevos productos de calidad local, garantizando además un equilibrio territorial.

#### **Definición del área de estudio.**

El área de interés del presente proyecto contempla el cantón Riobamba, ubicado en la provincia de Chimborazo en la zona central de Ecuador, comprende un área aproximada de 998,38km<sup>2</sup>, sus límites son:

- Norte: La Provincia de Tungurahua, el cantón Guano y el cantón Penipe.
- Sur: El cantón Guamote.
- Este: La Provincia de Morona Santiago y el cantón Chambo.
- Oeste: El cantón Colta y la provincia de Bolívar.

## División Política del cantón Riobamba.

El cantón está comprendido por su cabecera cantonal del mismo nombre y 11 parroquias rurales que son: San Juan, Calpi, Lican, Cacha, Cubijies, San Luis, Punin, Licto, Flores, Pungala y Quimiag.

## Información

La información espacial es la base para el desarrollo del presente estudio, ya que así se pueden analizar las variables existentes en el territorio, para ello se requiere recopilar un conjunto de Datos Raster y Vector de diferentes instituciones públicas como el GADM de Riobamba, Instituto Geográfico Militar (IGM), Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS), Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo (GADMC) :

<b>Información</b>	<b>Tipo</b>
Modelo Digital del Terreno (MDT)	Ráster
Categorías de Ordenamiento Territorial (COT)	Vector
Red Vial	Vector
Red Eléctrica	Vector
Red Hidrográfica	Vector
Fuentes de Agua	Vector
Cobertura Telefónica	Vector
Cobertura Internet	Vector
Catastro Urbano y Rural	Vector
Poblaciones	Vector

A través de la información recopilada se genera datos necesarios para el análisis de la localización óptima.

## Análisis

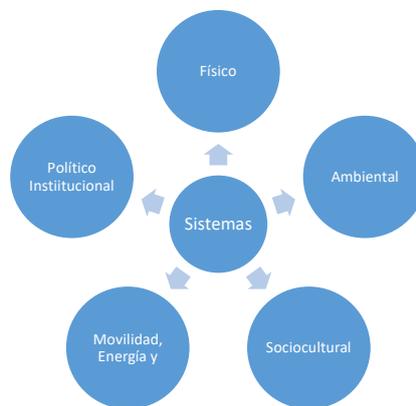
La capacidad de acogida del territorio, para determinar la localización óptima para el sector industrial, dependerá, de dos cuestiones: a) La aptitud intrínseca del territorio (en ese punto) para recibir esa actividad. b) El impacto potencial que se puede producir en ese punto del territorio al situar allí ese

tipo de actividades. Hay que considerar que la aptitud y el impacto dependen de varios criterios que modifican ambas cuestiones. Los criterios son hechos territoriales que, a su vez, se pueden expresar como factores, medidos en términos cuantitativos (que aumentan o disminuyen la aptitud o el impacto) y las restricciones son, expresados en una variable binaria (1/0: lugares aptos/no aptos).

Mientras más variables, se evalúan para establecer la aptitud y el impacto de la localización del suelo industrial, más acertado será el resultado, es necesario establecer los factores, criterios, variables que no pueden faltar en el estudio.

### Parámetros de análisis

Para determinar la localización óptima de un futuro parque industrial se definieron los siguientes sistemas.



### Físico

El análisis de este componente corresponde al estudio del recurso natural y del medio físico además de propias características del territorio sobre los cuales se asentará el parque industrial.

Características topográficas

Resistencia del terreno

Uso actual del suelo

Proximidad de red vial de primer y segundo orden

Proximidad de puertos aéreos y marítimos

Proximidad a fuentes naturales de agua

Proximidad de la red de distribución de energía eléctrica

Proximidad a centros poblados

Superficie del terreno

## Pendiente

Esta variable propia del terreno se considera además como económica, ya que está relacionada directamente al costo de adecuación del terreno.

Rango	Descripción
(0-5)%	Adecuada
(5-100)%	No adecuada

## Fuentes de agua

Un parque industrial requiere del servicio continuo del líquido vital, por ello es necesario que el predio contenga o se encuentre próximo a una fuente, para ello se consideró el factor de proximidad.

Proximidad	Descripción
(0-1000)m	Adecuada
>1000m	No adecuada

## Área

La superficie es un factor relevante, ya que define la dimensión y extensión del parque industrial, en la Tabla N° se encuentran los rangos definidos para la presente investigación.

Rango	Descripción
(0-100)Ha	No adecuada
(100-200)Ha	Adecuada
>200Ha	No adecuada

## Forma

La configuración del predio define a un mejor manejo y diseño del objeto de investigación, por ello se considera mientras más regular sea terreno es mejor para la ubicación del parque industrial, considerando una escala de 0 a 1, siendo 0 la forma más irregular y 1 como la más regular.

## Ambiental

El estudio de este componente considera generar el menor impacto sobre los recursos naturales del territorio del cantón.

### Red hidrográfica

Los residuos líquidos que generan las industrias requieren ser vertidos en los cursos de aguas interiores de acuerdo a la normativa nacional vigente, en la siguiente tabla se encuentran los rangos requeridos para el análisis de este factor.

Proximidad	Descripción
(0-2000)m	Adecuada
>2000m	No adecuada

### Sociocultural

El análisis de este componente permite conocer aspectos del desarrollo social y cultural del territorio, a partir del estudio de la dinámica de la población del cantón.

### Poblaciones principales.

La proximidad de un parque industrial hacia los polos dinámicos de población se relaciona con variables económicas como costos de movilidad de materia prima y productos, recurso humano, la gestión logística de cada industria entre otros por ello se consideran los siguientes parámetros.

Proximidad	Descripción
(0-10)km	No adecuada
(10-20)km	Adecuada
>20km	No adecuada

### Movilidad, Energía y Conectividad

Este componente permite conocer el requerimiento o no de la implementación de medios de comunicación para el objeto de estudio.

### Red Vial

La movilidad de un parque industrial es alta es por ello que se requiere la conexión hacia la red vial nacional existente o de proximidad para construir proyectos viales que permitan el desarrollo de las actividades de la industria.

<b>Proximidad</b>	<b>Descripción</b>
(0-1)km	Adecuada
>1km	No adecuada

#### Red Eléctrica

Una de las variables vitales para la existencia de un parque industrial es el fluido eléctrico para realizar sus procesos, por ello la proximidad hacia una red existente permite reducir los costos de implementación de una nueva.

<b>Proximidad</b>	<b>Descripción</b>
(0-4)km	Adecuada
>4km	No adecuada

#### Cobertura Telefónica

La gestión de logística, comunicación de una industria requiere de la conectividad telefónica, implementar el servicio comprende de la inversión de costos económicos extras, en la Tabla N° se encuentra el análisis de esta variable.

<b>Área de cobertura</b>	<b>Descripción</b>
Si	Adecuada
No	No adecuada

#### Cobertura Internet

Al igual que la cobertura telefónica una industria requiere del servicio de internet, la gestión de logística, comunicación, procesos de una industria requiere de la conectividad a internet, en la siguiente tabla N° se encuentra el análisis de esta variable.

<b>Área de cobertura</b>	<b>Descripción</b>
Si	Adecuada
No	No adecuada

### 4.4. Político Institucional

#### Categoría de Ordenamiento Territorial (COT)

De acuerdo a la ordenanza No.093, aprobada en el año 2017, se definió las categorías de ordenamiento territorial del cantón, esta herramienta fue desarrollada a través de un análisis multicriterio, como zonas de riesgo,

sistema nacional de áreas protegidas (SNAP), rango altitudinales, uso y capacidad del suelo entre otros factores, el COT define las áreas de intervención de las actividades de las personas naturales y jurídicas definiendo así también el lote mínimo en cada categoría, en la siguiente tabla se define sobre que categorías se puede implementar un parque industrial.

<b>Categoría</b>	<b>Definición</b>	<b>Lote Mínimo</b>	<b>Descripción</b>
	No consolidad	1000	Adecuada
	Usos productivos	1000,01	Adecuada

Con las condiciones anteriores, a través de sistemas de información geográfica (SIG) y herramientas, se puede iniciar con el proceso de análisis: creando áreas de servicio e influencia, derivando pendientes y distancias; reclasificando valores; en una escala común, de igual intervalo, y/o según el requerimiento para este estudio, considerando que puede ser necesario invertir el orden de las clases. (Alberto C. Calle Y., 2012)

#### **4.5. Calificación de Sistemas y Variables**

La calificación del diagnóstico se fundamenta en asignar ponderaciones a los sistemas, variables e indicadores. Este proyecto cuenta con 5 sistemas que presentan 11 variables, seguido se genera las calificaciones sobre los indicadores contenidos en cada una de las variables que representan a cada uno de los sistemas.

La calificación del diagnóstico tiene un puntaje total de 1000 puntos, los cuales según la matriz de pesos de Saaty, se repartirán a cada uno de los sistemas y variables.

#### **4.6. Matriz de SAATY para ponderaciones**

La ponderación o peso que cada sistema, variable e indicador obtuvo, se calculó a partir de la matriz de Saaty (Método de Proceso analítico jerárquico-PAJ o AHP en inglés). El resultado de esta metodología es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión.

El cálculo de la matriz de Saaty, se genera a partir de la comparación entre los diferentes sistemas, variables o indicadores; se registra la importancia que cada ítem tiene en comparación con otro, para esto se fundamentó en la siguiente tabla de comparación propuesta por Saaty (Ver Tabla).

## Cobertura de Servicios Básicos del cantón Riobamba

Escala numérica	Escala verbal	Criterio
1	“y” es igualmente importante que “x”	Igual importancia al comparar dos elementos.
3	“y” es moderadamente importante que “x”	Moderada importancia de un elemento sobre otro
5	“y” es fuertemente o esencialmente importante que “x”	Fuerte importancia de un elemento sobre otro.
7	“y” es muy fuertemente importante que “x”	Muy fuerte importancia de un elemento sobre otro.
9	“y” es extremadamente importante que “x”	Extrema importancia de un elemento sobre otro.
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios	Valores intermedios de comparación.

Fuente: Maurtua, D. (2006).

Primero se debe calificar cada par de elementos (sistemas, variables o indicadores) por lo tanto se establece la siguiente matriz, como se presenta en la Tabla N.

### Matriz de comparación de elementos

Elementos	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	.....	E <sub>n</sub>
E <sub>1</sub>	1	E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub> /E <sub>3</sub>	.....	E <sub>1</sub> /E <sub>n</sub>
E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub> /E <sub>1</sub>	1	E <sub>2</sub> /E <sub>3</sub>	.....	E <sub>2</sub> /E <sub>n</sub>
E <sub>3</sub>	E <sub>3</sub> /E <sub>1</sub>	E <sub>3</sub> /E <sub>2</sub>	1	.....	E <sub>3</sub> /E <sub>n</sub>
:	:	:	:	1	:
E <sub>n</sub>	E <sub>n</sub> /E <sub>1</sub>	E <sub>n</sub> /E <sub>2</sub>	E <sub>n</sub> /E <sub>3</sub>	.....	E <sub>n</sub> /E <sub>n</sub>

El resultado de la disposición de la matriz anterior (comparaciones pareadas), es una matriz cuadrada,  $A=(a_{ij})$ , positiva y recíproca, cuyos elementos,  $a_{ij}$ , son una estimación de las verdaderas razones ( $E_n/E_n$ ) entre las prioridades asociadas a los elementos comparados **Fuente especificada no válida.**

Como siguiente paso se calculan los autovectores  $W_i$ , donde:

$$W_1 = (1 * E_1/E_2 * E_1/E_3 * \dots * E_1/E_n)^{(1/n)}$$

$$W_2 = (E_2/E_1 * 1 * E_2/E_3 * \dots * E_2/E_n)^{(1/n)}$$

$$W_3 = (E_3/E_1 * E_3/E_2 * 1 * \dots * E_3/E_n)^{(1/n)}$$

.

$$W_n = (E_n/E_1 * E_n/E_2 * E_n/E_3 * \dots * 1)^{(1/n)}$$

$$\sum W_i = W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n$$

Posterior se calculan los pesos parciales:

$$P_1 = 1 + E_2/E_1 + E_3/E_1 + \dots + E_n/E_1$$

$$P_2 = E_1/E_2 + 1 + E_3/E_2 + \dots + E_n/E_2$$

$$P_3 = E_1/E_3 + E_2/E_3 + 1 + \dots + E_n/E_3$$

.

.

$$P_n = E_1/E_n + E_2/E_n + E_3/E_n + \dots + E_n/E_n$$

El siguiente paso es normalizar los autovectores a ( $C_i$ ) para ello se divide cada uno de los autovectores para la sumatoria de todos los autovectores:

$$C_1 = W_1 / \sum W_n$$

$$C_2 = W_2 / \sum W_n$$

$$C_3 = W_3 / \sum W_n$$

.

$$C_n = W_n / \sum W_n$$

En el calculo entero de los pesos finales ( $Cf_i$ ), se procede a dividir cada  $C_i$  para el menor  $C_i$ :

$$Cf_1 = C_1 / \text{menor } C_i$$

$$Cf_2 = C_2 / \text{menor } C_i$$

$$Cf_3 = C_3 / \text{menor } C_i$$

.

$$Cf_n = C_n / \text{menor } C_i$$

Los pesos finales deben ser aproximados al inmediato superior o inferior según sea necesario.

Finalmente se presenta la matriz donde los  $Cf_i$  son los pesos finales de cada uno de los elementos (Ver Tabla N).

### Matriz de representación de pesos finales.

Elementos	$E_1$	$E_2$	$E_3$	.....	$E_n$	$W_i$	$C_i$	$Cf_i$
$E_1$	1	$E_1/E_2$	$E_1/E_3$	.....	$E_1/E_n$	$W_1$	$C_1$	$Cf_1$
$E_2$	$E_2/E_1$	1	$E_2/E_3$	.....	$E_2/E_n$	$W_2$	$C_2$	$Cf_2$
$E_3$	$E_3/E_1$	$E_3/E_2$	1	.....	$E_3/E_n$	$W_3$	$C_3$	$Cf_3$
.	.	.	.	1	.	.	.	
.	.	.	.		.	.	.	
.	.	.	.		.	.	.	
$E_n$	$E_n/E_1$	$E_n/E_2$	$E_n/E_3$		1	$W_n$	$C_n$	$Cf_n$
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	.....	$P_n$	$\sum W$		

Para calcular la consistencia de la matriz A, se debe determinar el índice de consistencia (CI) y el índice de consistencia aleatorio (RCI). El valor del CI representa la desviación del vector  $\lambda_{m\acute{a}x}$  respecto al número de elementos (n). Según Moreno (s.f), para obtener el valor de CI se conoce el valor exacto de W en forma normalizada, es sumar las columnas de A (matriz de comparaciones pareadas) y multiplicar el vector resultante por el vector de prioridades W.

$$CI = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \qquad RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

Se procede a continuación con el cálculo de  $\lambda_i$ , el mismo que por lo anteriormente mencionado se determina por:

$$\lambda_1 = C_1 * P_1$$

$$\lambda_2 = C_2 * P_2$$

$$\lambda_3 = C_3 * P_3$$

.

$$\lambda_n = C_n * P_n$$

En la determinación de la consistencia de la matriz se debe calcular el  $\sum \lambda_i = \lambda_{m\acute{a}x}$ :

$$\sum \lambda_i = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_n$$

Si el valor de  $\lambda_{m\acute{a}x}$  se acerca al número de elementos (n), más consistente será el juicio de valor elaborado.

En la metodología AHP, se dice que el decisor es consistente, si la matriz de comparaciones pareadas lo es, para ello se calcula la razón de consistencia (CR), considerado como un indicador no estadístico. Se considera que la consistencia del decisor es aceptable cuando la razón de consistencia es < 10%.

La relación de consistencia (CR) se calcula a partir de la siguiente formula:

$$CR = \frac{CI}{RCI}$$

Ya obtenida la matriz de pesos, se debe aplicar las siguientes fórmulas para obtener la puntuación sobre la cual se calificará cada ítem (sistemas, variables o indicadores):

#### 4.7. Puntaje para los sistemas:

Se inició con una asignación de 1000 puntos para todo el diagnóstico del cual se parte:

$$PS_i = \frac{Cf_{Si} * 1000}{\sum Cf_{Si}}$$

Dónde:

$PS_i$ =Puntaje del Sistema i (i=1, 2, 3, 4, 5,6)

$Cf_{Si}$ =Peso final del Sistema i obtenido en la matriz de Saaty para sistemas.

$\sum Cf_{Si}$ =Sumatoria de los pesos finales de todos los sistemas (para el presente proyecto 6 sistemas).

#### 4.8. Puntaje para variables:

$$PV_j = \frac{Cf_{Vj} * PS_i}{\sum Cf_{Vj}}$$

Dónde:

$PV_j$ =Puntaje de la variable j (j=1, 2,...,n)

$PS_i$ =Puntaje del Sistema i al que pertenece la variable (i=1, 2, 3, 4, 5,6)

$Cf_{Vj}$ =Peso final de la variable j obtenido en la matriz de Saaty para variables.

$\sum Cf_{Vj}$ =Sumatoria de los pesos finales de todas las variables del Sistema i.

#### 4.9. Puntaje para indicadores:

$$PI_k = \frac{Cf_{Ik} * PV_j}{\sum Cf_{Ik}}$$

Dónde:

$PI_k$ = Puntaje del indicador k (k=1, 2,...,n).

$Cf_{Ik}$ = Peso final del indicador k obtenido en la matriz de Saaty para indicadores.

$PV_j$ = Puntaje de la variable j al que pertenece el indicador.

$\sum Cf_{Ik}$ = Sumatoria de los pesos finales de todos indicadores de variable j.

#### 4.10. Generación de resultados

Generado los pesos de cada sistema y variables a través del SIG con su herramienta de algebra de mapas, podemos obtener resultados de los predios que cumplan con los requerimientos del análisis.

#### 4.11. Selección

Una vez obtenidos los predios candidatos a ser definidos como óptimos para la ubicación de un parque industrial, se disgrega los valores de cada atributo, así definiendo la mejor opción.

#### 5. Matriz de Actividades–Tiempos (Cronograma)-DATOS ESTIMADOS

Se requiere incorporar el siguiente Talento Humano:

Cargo	Profesión	Cant.
Director del proyecto	✓ Título de cuarto nivel en Sistemas de Información Geográfica. ✓ Título de tercer nivel Ingeniero Geógrafo o a fin.	1
Coordinador General del proyecto	✓ Título de tercer nivel Ingeniero Geógrafo o a fin.	1
Especialista en Geomática GIS	✓ Título tercer nivel Ingeniero en Sistemas, Ingeniero Informático o a fin.	2
Supervisor	✓ Título de tercer nivel Ingeniero Geógrafo o a fin.	1

#### 2. TIEMPOS DE DESARROLLO, GARANTÍA Y SOPORTE TÉCNICO. COSTOS: EXISTENTE-CONTRAPARTE

CONCEPTO	Cant.	Valor US\$	Tiempo /años	Dedicación	VALOR TOTAL(\$USD)
Socialización, Profesionales del área Equipos Tecnológicos	1	16.360,00	1	100%	16360,00
Software	1	543.000,00	1	100%	543000,00
<b>TOTAL CONTRAPARTE</b>					<b>559.360,00</b>

#### REQUERIMIENTOS

DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO USD (Referencial)	TOTAL, USD
Contratación de Talento Humano Director y Coordinador del proyecto, Especialistas en SIG y Supervisor.	110.000,00	110.000,00
HARDWARE	-	-
SOFTWARE	-	-
Accesorios-Suministros Informáticos y papelería,	1.000,00	1.000,00
		<b>111.000,00</b>

**CRONOGRAMA:**

✓ Estimación de tiempo total de diseño e implementación del sistema no podrá superar los 6 meses.

ITEM	ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
		S1	S2	S3	S4																				
1	ELABORACION DEL PROYECTO	■	■	■	■																				
2	DESARROLLO DE LAS FASES					■	■	■	■	■	■	■	■												
3	EJECUCIÓN FINAL PROCESO													■	■	■	■								
4	ENTREGA DE PRODUCTOS																	■	■	■	■				
5	FISCALIZACIÓN																					■	■	■	■

## 7. Conclusiones.

La concentración de las actividades industriales ha sido una de las principales preocupaciones por parte de los entes gubernamentales encargados de la planificación que de acuerdo a (Villamayor & Pinal, 2016) son un factor relevante en el desarrollo económico espacial por ser generadores de actividades nuevas en sus áreas de influencia, llegando a convertirse en instrumentos de política económica, creados originalmente para favorecer la industrialización.

Además, la capacidad de acogida del territorio, para determinar la localización óptima para la zona industrial, dependerá, de dos cuestiones: a) La aptitud intrínseca del territorio (en ese punto) para desarrollar esa actividad. b) El impacto potencial a producir, en ese sitio, al situar allí ese tipo de actividades. La aptitud y el impacto dependen de varios criterios que modifican ambas cuestiones.

Los criterios son hechos territoriales que, a su vez, se pueden expresar como factores, medidos en términos cuantitativos (que aumentan o disminuyen la aptitud o el impacto) y las restricciones son, expresados en una variable binarias (1/0: lugares aptos/no aptos).

De esta manera la metodología, conlleva, a lograr un análisis pertinente, respecto a la localización óptima, para el emplazamiento de movimientos productivos, de mediano impacto, estableciendo requisitos mínimos, tanto en los aspectos de: infraestructura de servicios básicos, ambientales, sociales y geográficos, mismos que incidirán en la determinación del suelo óptimo, con miras a promover la transformación de las actividades industriales, la innovación y el desarrollo de nuevos productos de calidad local, garantizando además un equilibrio territorial.

A pesar de ello, el establecimiento de un lugar destinado a un parque industrial no debe alejarse de su principal propósito que es el de brindar servicios e infraestructura que contribuyan a la competitividad no sólo en el sentido tradicional de precios, sino mediante el apoyo mutuo de empresas, la potenciación de cadenas de valor involucrando a proveedores de materias primas e insumos, logística, comercialización y distribución. Para lo cual se deberá evaluar factores físicos y las limitaciones requeridas para dichas zonas. (Berube, 2014).

**No existe una localización óptima:** El mercado no es perfecto ni transparente. El empresario tiene un conocimiento imperfecto del mercado, que le hace ubicar, donde le parezca mejor, esto causa, que no pueda tener un óptimo.

Brow (2005) hace referencia al modelo de (Smith, 1979), que propone un esquema conceptual, con nuevas variables. El proceso de transformación es netamente técnico, que variará acorde al sistema económico y la tecnología.

Indiscutiblemente, la contribución total de la industria debe evaluarse, considerando los factores técnicos, económicos, sociales y culturales, las utilidades y desutilidades.

En definitiva, el estudio de la localización industrial debe considerarse como una parte interdependiente de la totalidad del sistema industria.

## **8. Recomendaciones.**

El Plan de Trabajo propuesto es un acercamiento a los suelos del cantón Riobamba, que son aptos para la localización de las zonas industriales pero que es necesario disponer de más información cartográfica para evaluar no solo lo el análisis industrial sino también otros estudios para la toma de decisiones adecuadas, las mismas que permitan el desarrollo del cantón Riobamba.

El desarrollo industrial no debe fundamentarse por supuestos de alguna cadena productiva, pudiese ser un impulso equivoco de las autoridades de turno, que por cumplir con los planes de desarrollo local, pretenden desarrollar la industria de una manera aislada.

Las zonas industriales especializadas, desarrollan potencialidades ganaderas (industria láctea y cárnica), de existir producción de frutas (industrialización jugos y mermeladas), a fin de desarrollar cadenas de producción. Esto desde la visión Empresarial, donde los productores grandes, medianos y pequeños sean involucrados pagando el precio justo rompiendo paradigmas que manejan quienes agrupan y dotan los productos como materia prima a las empresas industrializadoras.

## BIBLIOGRAFÍA

- UNIGIS. (2016a). SIG y Transporte, Modulo Electivo, SIG y Servicios Comunales, Lección 1 . Quito.
- UNIGIS. (2016a). SIG y Servicios de Agua y Electricidad, Modulo Electivo, SIG y Servicios Comunales, Lección 2 . Quito.
- UNIGIS. (2016a). SIG y Gestión de Residuos, Modulo Electivo, SIG y Servicios Comunales, Lección 3 . Quito.
- UNIGIS. (2016a). Planificacion de un Centro de Residuos en Quito, Modulo Electivo, SIG y Servicios Comunales, Lección 3 . Quito.
- UNIGIS. (2016a). SIG en Seguridad Pública, Modulo Electivo, SIG y Servicios Comunales, Lección 4 . Quito.
- UNIGIS. (2016a). Analisis de Números de Homicidios, SIG y Servicios Comunales, Lección 4 . Quito.
- Erba, D. (2017). Gestión de la información territorial municipal a través del catastro multifinalitario". Estudios de la Gestión: . *Revista Internacional de Administración* . , 29-51.
- Berube, M. (2014). A GIS Multi-criteria Evaluation for Identifying Priority Industrial Land in Five Connecticut Cities. *Landscape Architecture & Regional Planning Masters Projects*. 58.
- Brown, N. (2005). La teoría de la localización. Barcelona: Researchgate.
- Alberto C. Calle Y. (2012). Propuesta para la localización de zonas industriales en Ecuador. Quito: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS.