

**IDENTIFICACIÓN DE AGRUPADORES E INDICADORES DE INNOVACIÓN  
PARA MEDIR AVANCES INNOVATIVOS EN INDUSTRIAS DE MANUFACTURA A  
TRAVES DE UN SISTEMA DE BUSINESS INTELLIGENCES BASADO EN EL  
MÉTODO DE VARIABLES LATENTES**

**DORA CECILIA IBARRA QUELAL**

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD INGENIERIA DE SISTEMAS  
ESPECIALIZACION EN GESTION INTEGRAL DE PROYECTOS  
SANTIAGO DE CALI  
30 JULIO 2016**



**UNIVERSIDAD DE  
SAN BUENAVENTURA**

# DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En la actualidad la presión del entorno viene forzando a las organizaciones a desarrollar conocimientos y habilidades particulares para mejorar sus productos en cuanto a diseño y calidad con el propósito de fortalecer su ventaja competitiva (Hajihoseini, Naser, & Abbasi, 2009), por lo cual la innovación se ha convertido en un factor clave para mejorar la competitividad en las firmas (Calantone, Cavusgil, & Zhao, 2002).

En este sentido, diferentes literaturas definen la importancia de buscar un **set común de indicadores** destinados a asegurar la comparabilidad de los resultados obtenidos, este hecho revela la preocupación por que los indicadores a utilizar respondan a criterios y procedimiento que aseguren su compatibilidad, tanto a escala regional como internacional (Manual de Bogotá, 2012).

Sin embargo, no se encontró a un autor que recomiende o establezca una medición a través de un método estándar que agrupe los diversos indicadores de las distintas organizaciones y compare resultado a nivel regional o internacional utilizando el método de variables latentes,

# DESCRIPCION DEL PROBLEMA

tampoco se mencionan herramientas de Inteligencia de negocios, con las cuales se puedan realizar cálculos de grandes volúmenes de información y comparativos en tiempo real del nivel de Innovación entre organizaciones de tipo regional o internacional, haciendo que su medición y comparación sea compleja, ya que implica la interacción de diferentes variables con múltiples dimensiones e indicadores (Wan, Lu, & Chen, 2007).

En este contexto, se observa la necesidad de identificar agrupaciones de indicadores principales que midan la innovación en la industria manufacturera, con el fin de categorizar algunas de las capacidades de innovación tecnología, que en su mayoría se encuentran alineadas con aspectos funcionales de la organización (Capaldo, Landoli, Raffa, & Zollo, 2003), como también la necesidad de desarrollar un sistema BI “Business Intelligence”, para mostrar los resultados de indicadores a través de gráficos intuitivos (Dashboard, Analíticas, Reporting), con los cuales se podrá realizar análisis y comparaciones de la información recolectada, del mismo modo se debe desarrollar un Aplicativo WEB, para la digitalización en línea de la información recopilada en las encuesta realizada a las organizaciones.

# OBJETIVO GENERAL

Identificar agrupadores e indicadores de innovación para medir y comparar la innovación en industrias de manufactura a través de un sistema de Business Intelligences basado en el método de variables latentes.

# OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar agrupadores e indicadores que miden la innovación en la industria manufacturera de Colombia a través de la investigación de distintas literaturas.
2. Aplicar método de variables latentes (MVL), para el calcular los agrupadores e indicadores a partir de los datos recolectados en la encuesta de innovación.
3. Desarrollar un sistema BI “Business Intelligence”, para mostrar los resultados de indicadores a través de gráficos intuitivos (Dashboard, Analíticas, Reporting), con los cuales se podrá realice un análisis experto de la información recolectada, a su vez se debe desarrollar un Aplicativo WEB, para la digitalización en línea de la información recopilada en las diferentes tomas de la encuesta a las organizaciones.

# MARCO CONCEPTUAL

**AGRUPADORES DE INNOVACIÓN:** estos tiene como finalidad agrupar indicadores con variables excluyente que puedan compararse directamente.

Agrupador	Descripción	Autor
Capacidad de Planeación estratégica	Este tipo de agrupador, obedece a la necesidad de relacionar las capacidades de innovación tecnológica con aspectos y recursos concretos de la organización, de tal manera que estos puedan ser medibles y observables a través de variables cualitativas y cuantitativas, lo cual es un aporte a la construcción de marcos conceptuales para estructurar métodos de medición de capacidades.	(Cheng et al, 2006).
Capacidad de Productividad (Procesos)	Este tipo, se refiere a la habilidad para transformar los resultados de I+D en productos o mejoras en la calidad de los mismos, de tal manera que cumplan con las necesidades del mercado y que puedan ser fabricados de acuerdo con los requerimientos de diseño. Esta se relaciona con aspectos tales como la producción tecnológica avanzada, el nivel de calidad de los productos, el éxito de la comercialización, la cualificación del personal de producción y el tiempo de ciclo del producto.	(Guan & Ma, 2003; Yam et al., 2004; Cheng et al., 2006; Wan, Lu & Chen, 2007)
Capacidad de Aprendizaje Organizacional	Se refiere a la capacidad de una empresa para asegurar mecanismos de organización y armonía, cultivando la cultura organizacional y la adopción de buenas prácticas de gestión. El desarrollo de dicha capacidad proviene de la habilidad de la compañía para ajustar su estructura organizacional a los nuevos proyectos de innovación, la coordinación y armonización entre las funciones de las áreas de I+D, mercadeo y producción para el desarrollo de los productos, el flujo de información que se establezca con los clientes y proveedores; así como, el aprendizaje de las mejores prácticas de la competencia y del entorno.	(Guan & Ma, 2003; Yam et al., 2004; Cheng et al., 2006).
Capacidad I+D	Se refiere a la habilidad de una firma para integrar la estrategia de I+D, implementar proyectos, gestionar el portafolio de proyectos y adquirir experiencia en I+D (Guan & Ma, 2003; Yam et al., 2004; Cheng et al, 2006). Esta capacidad posibilita la ampliación de las tecnologías existentes y genera nuevas tecnologías o mejora la función de I+D. Se relaciona con el porcentaje de investigadores empleados en general, la tasa de éxito de los productos de I+D, la auto-generación de productos innovadores, el número de patentes y la intensidad de I+D	(Wan, Lu & Chen, 2007)
Capacidad de Gestión de Recursos	Es la técnica para adquirir, asignar e invertir apropiadamente el capital en Innovación Tecnológica I+D que generan novedades a nivel de la firma, es la llave maestra para el éxito de las firmas industriales, los indicadores Innovación Tecnológica deben facilitar la comparabilidad internacional, nacional y regional.	(Manual de Bogotá, 2012).

# MARCO CONCEPTUAL

**INDICADORES DE INNOVACIÓN AGRUPADOS POR CAPACIDAD DE INNOVACIÓN:** en la siguiente tabla se propone la agrupación de indicadores principales, por capacidad de innovación.

Agrupadores/ Indicadores	Estrategia de Innovación	Gestión de largo plazo	Proyectos de Innovación	Monitoreo del entorno	Indicador I+D	Obstáculos en la innovación	Importancia Organizacional	Cultura Organizacional	Gestión de Ideas e Incentivos	Gestión del Conocimiento	Innovación Organizacional	Personal Asignadas a I+D	Inversión Realizada en I+D	Propiedad Intelectual	Financiación Externa, Interna	Redes de Innovación
Capacidad de Planeación Estratégica	x	x	x	x												
Capacidad de Productividad (Procesos)					x	x										
Capacidad de Aprendizaje Organizacional							x	x	x	x	x					
Capacidad I+D												x	x	x		
Capacidad de Gestión de Recursos															x	x

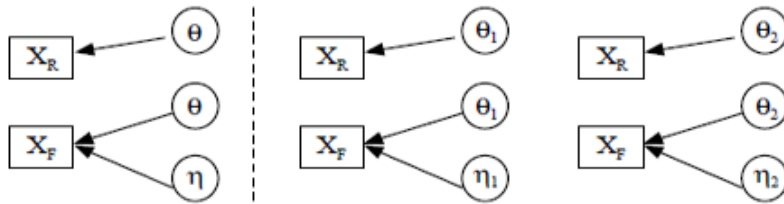
## MÉTODO DE CLASES LATENTES:

En la clasificación de las capacidades de innovación antes mencionadas se observa que sus variables son latentes (no observables), es decir, que no es posible medirlas directamente, sino a través de otras variables generalizadas. Para construir estas variables, se utiliza una metodología estadística llamada *Latent Class Analysis* (Análisis de Clases Latentes).

# MARCO CONCEPTUAL

## MÉTODO DE CLASES LATENTES

Multidimensionamientos de clases latentes.



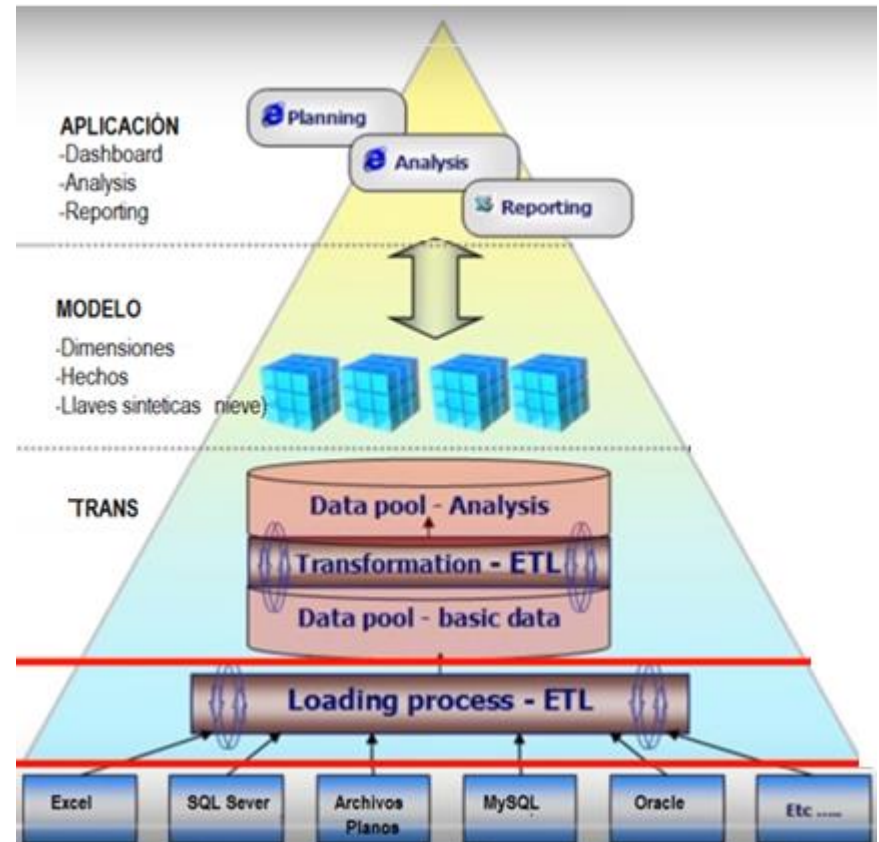
Fuente: Clases latentes.

Formulas Clases homogéneas y excluyente

Formulas	
Clases homogéneas $\theta$ :	$\sum \eta_{it} = d_i$
Clases Excluyentes X:	$p_{ij} = P(X_i = 1   \theta_j)$

Fuente: Propia

## BUSINESS INTELLIGENCES (QLIKVIEW):





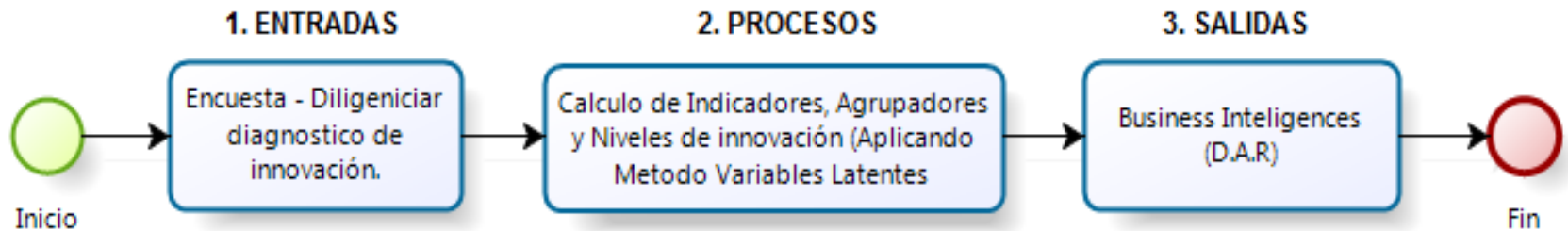
# DESARROLLO

## OBJETIVO ESPECIFICO No. 1:

Para alcanzar este objetivo específico se consultó literatura de diferentes autores las cuales son comparadas para observar los diferentes puntos de vista, la ampliación de la información se muestran en el marco referencial (ver punto 4.4).

## OBJETIVO ESPECIFICO No. 2: ENCUESTA DIAGNOSTICO DE LA INNOVACIÓN

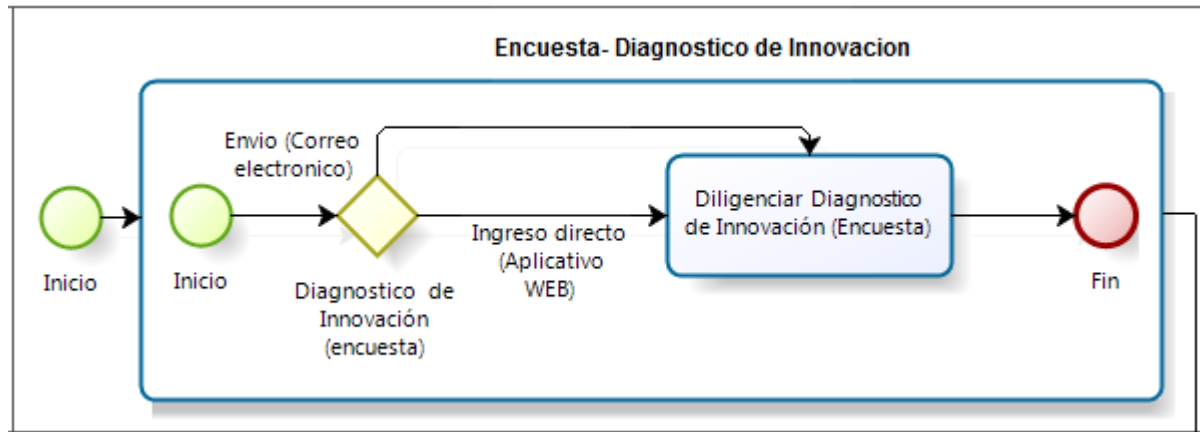
En la Figura7 se describen las entradas, procesos y salidas que realiza el sistema actualmente para realizar las funcionalidades de recolectar información, ponderarla, calcular aplicando método de variables latentes y mostrar los resultados en un sistema de Business intelligences, en la figura 8 se detallan los procesos de cada una de las funcionalidades.



# DESARROLLO

## ENTRADAS:

Para esta fase se desarrolló una Encuesta llamada “Diagnostico de Innovación”, la cual contiene un cuestionario de preguntas cuyas respuesta tiene una ponderación configurada. Este cuestionario esta compuesto por 5 secciones de agrupadores, y 39 Preguntas que tiene como referencia la encuestas de Cámara de Comercio y EDIT VII.



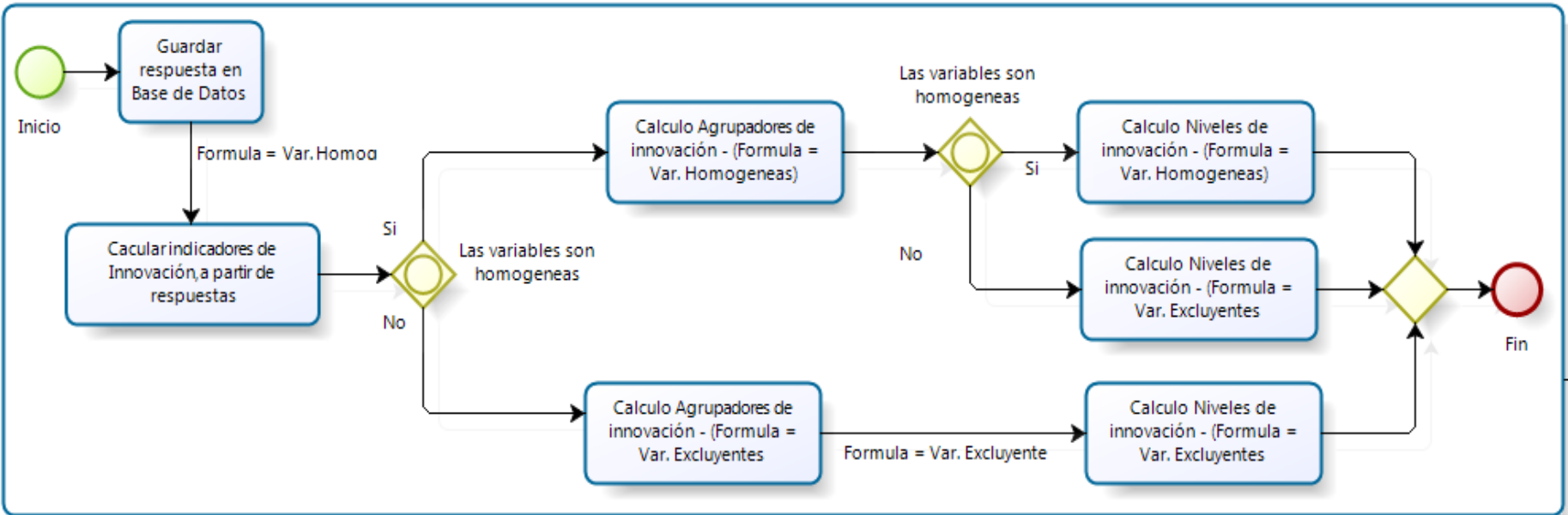
## PROCESOS:

Para esta fase se desarrolló un algoritmo basado en el método de variables latentes, el cual realiza el cálculo de los Indicadores, Agrupadores y Niveles de innovación a partir de las entradas, producto de la respuesta de la encuestas “Diagnostico de Innovación” ver, punto 4.3.4.

# DESARROLLO

## PROCESOS:

Calculo- Indicadores, Agrupadores, niveles  
Aplicando Metodo de Variables Latentes



## CALCULO AGRUPADOR CAPACIDAD I+D:

Como se puede apreciar, la probabilidad de obtener un éxito, es decir, observar un valor de 1, es mayor en la clase 3, luego la sigue la clase 2 y finalmente en la clase 1 es imposible observar un éxito. Así, se define la variable “Capacidad de I+D” con niveles 1, 2 y 3, los cuales corresponden a las clases 1, 2 y 3 respectivamente.

Capacidad de I+D EDIT VI			
	PER_ASIG I+D	INV_REA I+D	PRO_INT
Probabilidad de Exito			
Clase	P(N1=1   X=x)	P(N2=1   X=x)	P(N3=1   X=x)
X=1	0,00	0,00	0,00
X=2	0,01	0,00	0,39
X=3	0,69	0,76	0,13

### INDICADORES:

**PER\_ASIG I+D:** Número de Personal Asignado a I+D

**INV\_REA I+D:** Inversión Realizada en I+D

**PRO\_INT:** Número de registros de propiedad intelectual

# DESARROLLO

## OBJETIVO ESPECÍFICO No. 3:

### DESARROLLO DE APLICATIVO WEB Y SISTEMA DE BUSINESS INTELLIGENCE

Para esta fase se realiza el desarrollo de un aplicativo web, el cual contiene el cuestionario descrito en el objetivo específico 2, también se realiza el desarrollo de un sistema BI el cual esta compuesto por tres pestañas, (Principal, Indicadores y Analíticas) :

#### HOME:



# DISEÑO

Inicio Registro Innovación Categorías Resultados



*Datos Personales*


Nombre:  Apellido:   
 Tipo Documento:  Numero:   
 Celular:  Correo:   
 Contraseña:  Contraseña:

*Datos Organización*

Nit:  Organización:   
 Telefono:  Sector:   
 Departamento:  Ciudad:



Inicio Registro Innovación Categorías Resultados




*Capacidad de planeación Estratégica*

Para cada frase simplemente se debe dar una puntuación entre 1 (= no es cierto en absoluto) a 7 (= totalmente cierto):

	1	2	3	4
1. En su empresa realizan planes de innovación periodicamente, donde determinan, objetivos, indicadores, responsable, presupuestos y mecanismos de control?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
2. La estrategia de innovación de su empresa esta alineada con los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
3. En su empresa definen los temas de investigación que se ejecutaran en un corto, mediano o largo plazo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
4. En su empresa usan metodologias o herramientas para tomar decisiones estrategicas en un mediano y largo plazo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
5. En su empresa tiene claridad de cuáles son los proyectos de innovación que se deben realizar para asegurar la sostenibilidad actual y el futuro de la compañía?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6. Su empresa tiene una estructura internas para ejecutar actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
7. Su empresa cuenta con personal para monitorear constantemente las áreas del conocimiento importantes para su desarrollo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
8. En sus procesos de planeación estratégica y de toma de decisiones, la empresa incluye información del entorno. (P.e.: tendencias de consumo, normalidad actual y futura, tecnologías emergentes, entre otras).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
9. Para el desarrollo y/o mejoramiento de nuevos procesos, productos y servicios se tiene en cuenta la revisión de información externa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Inicio Registro Innovación Categorías Resultados




*Capacidad de Aprendizaje Organizacional*

Para cada frase simplemente se debe dar una puntuación entre 1 (= no es cierto en absoluto) a 7 (= totalmente cierto):

	1	2	3	4
1. Las personas de su empresa participan activamente sugiriendo ideas de mejora para los productos, servicios y/o procesos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
2. ¿Realmente me importa el futuro de mi empresa?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
3. ¿Recomendaria mi empresa a un amigo como un buen sitio para trabajar?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
4. ¿Sabe como contribuye su departamento al éxito de la empresa?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
5. Los empleados reconocen las capacidades y los conocimientos específicos que poseen las personas a lo largo de la organización y saben a quienes acudir en cada situación laboral que se les presenta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6. Su empresa cuenta con líderes fuertes e inspiradores que generen entusiasmos e iniciativas para los proyectos de innovación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
7. Su empresa cuenta con un proceso que le permite recoger, evaluar y hacer seguimeitno a las ideas innovadoras de todos los empleados? (Iniciando en la generación de ideas, pasando por su implementación hasta llegar a la medición de impacto).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
8. Se tienen incentivos económicos o de otro tipo para los empleados con el fin de promover la innovación en la empresa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Inicio Registro Innovación Categorías Resultados



*Capacidad de I+D y Gestión de Recursos*

Para cada frase simplemente se debe dar una puntuación entre 1 (= no es cierto en absoluto) a 7 (= totalmente cierto):

	Técnicos	Profesionales	Especialistas	Maestrias/ Doctorado
1. Indique el número promedio de empleados que participó en la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación de acuerdo al máximo nivel educativo alcanzado.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2. Defina el monto invertido en actividades científicas, tecnologicas y de innovación y distribuyalo en porcentajes, según la fuente original de los recursos usados.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3. Su empresa toma medidas necesarias para proteger el conocimiento valioso?	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input checked="" type="radio"/>	4 <input type="radio"/>
4. Su empresa tiene títulos de propiedad intelectual vigentes?	Patentes <input type="checkbox"/>	Derechos Autor <input type="checkbox"/>	Registro Software <input type="checkbox"/>	Modelos Utilidad <input type="checkbox"/>
5. Su empresa a obtenido financiación de alguna de las siguientes entidades nacionales para el desarrollo de proyectos de I+D.	Colciencias <input type="checkbox"/>	SENA <input type="checkbox"/>	Camara Comercio <input type="checkbox"/>	otras <input type="checkbox"/>
6. Su empresa a obtenido financiación de alguna de las siguientes entidades internacionales para el desarrollo de proyectos de I+D.	BID <input type="checkbox"/>	Embajadas <input type="checkbox"/>	BIM <input type="checkbox"/>	otras <input type="checkbox"/>
7. En su empresa trabajan con las universidades, centros de investigación y otros actores que ayudan al desarrollar de conocimientos.	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input checked="" type="radio"/>	4 <input type="radio"/>

# CONCLUSIONES

Se generó una base de datos digital a partir de la literatura especializada consultada con la cual se pudo identificar como realizar agrupar de indicadores clasificados por organizaciones, que midan la innovación en empresas de manufactura en Colombia, aplicando el método de variables latentes (MVL) el cual estandarizar los resultados de los indicadores y sus agrupaciones, en un procedimiento que compare variables homogéneas y excluyentes de las diferentes categorías.

También se desarrolló sistema de Business Intelligence, el cual permite realizar análisis experto de la información a través de gráficos intuitivos que permita comparar los datos de la encuesta de innovación con la lo el cual mostrara los resultados de indicadores a través de gráficos intuitivos aplicando el modelo DAR (Dashboard, Analíticas, Reporting) creado por QlikView, también se entrega el código fuente de un Aplicativo WEB, para la digitalización en línea de la información recopilada en las diferentes tomas de la encuesta, los cuales también estarán basados en el método de variables latentes (MVL).



## TRABAJOS A FUTURO

- Evaluar Método de variables latentes para realizar comparación con Organizaciones internacionales.
- Desarrollar un modulo extra en el aplicativo WEB, que permita realizar cargues masivos de macro datos.
- Desarrollar un modulo extra en el sistema de Business Intelligence, que permita el calculo de indicadores predictivos y tendencias .



# GRACIAS



**UNIVERSIDAD DE  
SAN BUENAVENTURA**