

Automatización de Procesos para Servicios de Diagnósticos y Pronósticos Meteorológicos y Climáticos

Mario Primitivo Narváez Mendoza, Miguel Ángel González González,
Arturo Corrales Suastegui, Luis Antonio González Jasso y Esteban Salvador Osuna Ceja



SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Pabellón
Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, Noviembre 2013
Folleto Técnico Núm. 52, ISBN: 978-607-37-0228-7

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA,
DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

Lic. Enrique Martínez y Martínez
Secretario

Lic. Jesús Aguilar Padilla
Subsecretario de Agricultura

Prof. Arturo Osornio Sánchez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Lic. Ricardo Aguilar Castillo
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. Arturo Cruz Vázquez
Coordinador de Planeación y Desarrollo

Lic. Luis Carlos Gutiérrez Jaime
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL
NORTE CENTRO**

Dr. Homero Salinas González
Director Regional

Dr. Uriel Figueroa Viramontes
Director de Investigación

Dr. José Verástegui Chávez
Director de Planeación y Desarrollo

Lic. Daniel Santillán Aguilar
Director de Administración y Sistemas

Dr. Alfonso Peña Ramos
Director de Coordinación y Vinculación en el estado de Aguascalientes

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos

Mario Primitivo Narvárez Mendoza¹
Miguel Ángel González González¹
Arturo Corrales Suastegui¹
Luis Antonio González Jasso¹
Esteban Salvador Osuna Ceja¹

¹Investigadores del Campo Experimental Pabellón

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Pabellón
Pabellón de Arteaga, Ags. México.
Noviembre de 2013

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México, D. F.
Teléfono (55) 3871-8700

**Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y
pronósticos meteorológicos y climáticos**

ISBN: 978-607-37-0228-7

Primera edición 2013

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación,
ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea
electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el
permiso previo y por escrito de la Institución.

Versión Digital.
Hecho en México

Contenido

I. Introducción.....	1
¿Qué es BPM?.....	2
Sequía.....	3
Modelo Climático.....	6
¿Qué es el Modelo WRF?.....	9
Implementación con otras Instituciones.....	10
II. Guía Lenguaje de Negocio.....	12
Simbología Nivel General.....	12
Simbología Nivel Intermedio.....	13
Simbología Nivel Detallado.....	14
III. Modelado de Proceso.....	19
Nivel General.....	19
Nivel Intermedio Primera Iteración.....	19
Nivel Intermedio Segunda Iteración.....	20
Nivel Detallado de Proceso.....	20
IV. Conclusión.....	20
V. Bibliografía.....	23

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológico y climáticos

I.INTRODUCCIÓN

El Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos (LNMySR), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), está adoptando métodos de sistematización para difundir la información que genera sobre los pronósticos meteorológicos y climáticos, de forma oportuna, a técnicos, productores y tomadores de decisiones del sector agropecuario.

El LNMySR realiza desarrollos tecnológicos para la mejora de los procesos involucrados en la inserción de datos del Modelo WRF (*Weather Research and Forecasting*) a la BD (Base de Datos) para su manejo eficiente.

El objetivo de la presente publicación es mostrar una guía del lenguaje utilizado en la modelación del proceso Gestión de Datos del WRF, para luego plasmar el desarrollo detallado en un software para su automatización, por medio de BPM (*Bussiness Process Management*).

El BPM constituye una de las tendencias en gestión, que permite, de manera deliberada y colaborativa, manejar sistemáticamente todos los procesos de negocios de una empresa (Harmon, P. A., 2007).

A partir del año 2012, el INIFAP, a través del LNMySR, ejecuta el modelo meteorológico (WRF), el cual está siendo desarrollado principalmente por: National Oceanic and Atmospheric Administration/National Centers for Environmental Prediction (NOAA/NCEP), National Center for Atmospheric Research (NCAR), entre otras instituciones, así como por

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.
científicos universitarios y colaboradores internacionales (Janjic *et al.*, 2010).

Con el propósito de utilizar una herramienta para predecir variables meteorológicas y tener un conocimiento pleno de la modelación del proceso Gestión de Datos del WRF, el cual permite la interacción con la BD y su inserción y la automatización de éste en un software, se utilizó la metodología BPM, cuya efectividad ha sido comprobada en la práctica internacional (Brian Underdahl, 2011). Sin embargo, en México se ha utilizado exitosamente, solamente a nivel de empresa o procesos parciales de una institución (PEMEX).

¿Qué es Business Process Management?

Se llama Gestión de Procesos de Negocio (*Business Process Management* o BPM, por sus siglas en inglés) a la metodología empresarial, cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la sistematización de los procesos de negocio que se deben modelar, automatizar y optimizar de forma continua.

BPM se sustenta en tecnología de información para automatizar tareas y agilizar los cambios requeridos por la empresa u organización. La tecnología que posibilita la implantación y adopción de BPM constituye una categoría nueva de sistemas informáticos denominada *Business Process Management System* (BPMS). A diferencia de los sistemas de información tradicional basados en la gestión de datos, estos sistemas se especializan en la gestión de procesos de negocio (Bernhard, 2013).

Sequía

La sequía, por su alta frecuencia, es la mayor amenaza para la producción agrícola, en comparación con eventos meteorológicos extremos como ciclones o inundaciones (Gommes, 1998). El incremento en la frecuencia y duración de sequías forma parte de los

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

ejemplos de cómo el calentamiento global podría afectar los extremos climáticos. Se estima que los incrementos en la temperatura media de la atmósfera, entre otros impactos, incrementarán la severidad de las sequías, las que a su vez pueden provocar un decremento en la productividad de las plantas utilizadas por el hombre, así como un incremento del daño por incendios forestales (AGO, 2006).

Los impactos de la sequía se incrementan con su duración y repercuten primero sobre los sistemas directamente dependientes de la precipitación como es la producción agrícola de temporal. El 80% de la agricultura en México es de temporal y los productores son, en su gran mayoría, pequeños propietarios (INEGI, 2013).

El término sequía tiene diversas acepciones, en función del espacio geográfico o actividad económica afectada. En términos generales, la sequía se relaciona con la falta o escasez temporal de agua en una región, en comparación con las condiciones habituales (Gil y Olcina, 1997).

El Vocabulario Meteorológico Mundial de la Organización Meteorológica Mundial¹, define sequía como:

1. Ausencia prolongada o deficiencia marcada de la precipitación.
2. periodo anormal de tiempo seco, suficientemente prolongado, en el que la falta de precipitación causa un grave desequilibrio hidrológico.

Dado que los regímenes pluviométricos sobre la superficie terrestre son diversos, esta definición explica en parte el por qué la diversidad de conceptualizaciones de sequía.

¹ (<http://wmo.multicorpora.net/METEOTERM/Main2.aspx?changeTermbase=0>).

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

De los numerosos métodos que se han propuesto para caracterizar la sequía (WMO, 1975), sobresale el índice de sequía formulado por W. C. Palmer en 1965 (Palmer, 1965) que es utilizado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Este índice mide las diferencias entre la precipitación recibida en un momento dado y las cantidades medias necesarias para equilibrar las pérdidas por evapotranspiración, infiltración y escorrentía; sin embargo, tiene la limitante de que no en todas las regiones se cuenta con esta información.

McKee *et al.*, (1993) desarrollaron el Índice Estandarizado de Precipitación (IEP) para mejorar la detección del inicio de las sequías y su ulterior monitoreo. Actualmente, el IEP es usado en varias partes del mundo por ser una herramienta versátil que permite cuantificar, tanto déficit como exceso de precipitación en múltiples escalas temporales.

En México, el Servicio Meteorológico Nacional proporciona un seguimiento mensual de la sequía, dentro del programa de cooperación Monitor de Sequía de América del Norte, el cual, desde 2003 proporciona información de 1, 3, 6, 12 y 24 meses mediante mapas que abarcan Canadá, Estados Unidos y México, como parte de un proyecto más amplio dedicado al monitoreo de eventos climáticos extremos sobre los tres países (<http://smn.cna.gob.mx>).

Sin embargo, para los tres países, este monitor (o monitoreo) ha mostrado que no se ajusta a las condiciones requeridas en el sector agropecuario (por la ubicación de las estaciones que no necesariamente están sobre áreas agrícolas), aunque el INIFAP tiene una ventaja por contar con infraestructura como la Red de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas (~1,000 estaciones), distribuidas estratégicamente en las zonas agrícolas más importantes del país y con una expansión hacia otras zonas pecuarias y forestales, que le permite desarrollar un monitor de sequía alimentado directamente con información en tiempo cercano a lo real; de tal

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

manera que se puede monitorear la escala de severidad de este fenómeno a resoluciones, tanto requerida por el sector como temporal, que puede ser diferente a los periodos de los meses propuestos por el Monitor de Sequía de América del Norte. Asimismo, coadyuva en la definición de áreas recurrentes de este fenómeno, e integra un elemento más (recurrencia) a los programas de reconversión productiva.

Modelo Climático

Las predicciones de lluvia a más largo plazo adquieren cada vez mayor importancia debido al impacto en desastres naturales y las actividades socioeconómicas de una región. Un ejemplo claro es en la actividad agropecuaria, la cual está fuertemente ligada a la ocurrencia de periodos de abundantes lluvias y/o periodos secos. Por ejemplo, conocer el desarrollo de las lluvias en las campañas agrícolas sobre el territorio al sur de México es estratégico por tener grandes extensiones destinadas a los cultivos de caña de azúcar, banana, café y caucho, solo por mencionar algunos de las aplicaciones de la predicción climática (SIAP, 2012).

Las variaciones en las lluvias se le vincula a los cambios de la temperatura y presión superficial del mar en los océanos Pacífico, Atlántico e Índico, e.g., El Niño Oscilación del Sur, la Oscilación del Atlántico Norte y el Dipolo del Océano Índico y otros indicadores climáticos globales (Flamenco *et al.*, 2002).

Con base en esta aseveración, el uso de técnicas estadísticas permiten vincular aquéllos índices con la variabilidad estacional de las lluvias (Flamenco *et al.*, 2002). Según Mason y Baddour (2007), los modelos estadísticos proveen una herramienta en la producción de pronósticos climáticos estacionales.

En los modelos estadísticos se busca encontrar relaciones entre un conjunto de datos, llamados predictores y un segundo conjunto, llamados predictantes. Comúnmente, los predictantes

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

incluyen las temperaturas medias y la precipitación acumulada, los cuales son típicamente predichos usando la temperatura superficial del mar (TSM), principalmente aquella de los océanos tropicales.

Las predicciones se realizan bajo el supuesto de que las relaciones históricas observadas sirvan para hacer predicciones a futuro. No obstante, hay ciertas condiciones para que dicho supuesto sea válido, como lo es el uso de datos de muy buena calidad, para asegurarse que las relaciones históricas sean medidas de una forma veraz y consistente. Además, las relaciones entre el predictor y el predictante necesitan estar sustentadas por una base teórica, debido a que existe la posibilidad de que se identifiquen relaciones anómalas, razón por el cual estos modelos estadísticos deben ser validados.

La mayor parte de los modelos estadísticos se basan en relaciones lineales entre los campos, los cuales proveen un pronóstico bajo el supuesto de que dado un cambio en el valor del predictor, se esperaría un cambio proporcional y constante en el valor esperado del predictante, independientemente del valor del predictor.

Una de las técnicas que permite transferir en forma eficiente información de un campo de variables con un número grande de predictores hacia otro campo de variables con un número grande de predictantes es el Análisis de Correlación Canónica (ACC) (Amador y Alfaro, 2009).

En un trabajo reciente, Maldonado y Alfaro (2010) aplicaron el ACC para la predicción estacional de la precipitación sobre América Central y encontraron que la habilidad estadística predictiva de los modelos, mostró un buen patrón predictivo sobre la región, utilizando las series de tiempo de la temperatura superficial de los océanos circundantes.

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

Con base a lo anterior, a través de la técnica de ACC se desarrolla el modelo estadístico de pronóstico mensual de lluvias y heladas a nivel nacional, usando la información climática histórica de la Red de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas del INIFAP y la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), junto y los datos oceánicos proporcionados por Instituciones oceanográficas (NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration).

¿Qué es el modelo WRF?

El WRF (*Weather Research and Forecasting*) es un modelo numérico de mesoescala de siguiente generación que predice los sistemas meteorológicos y está diseñado para cubrir las necesidades de investigación y operacionales en estudios de la atmósfera. Está conformado por dos núcleos dinámicos, un sistema de asimilación de datos y una arquitectura programática que permite el cómputo en paralelo y un sistema de extensibilidad.

Se trata de un modelo de libre distribución y código abierto, con capacidad para ejecuciones en modo multi-tarea sobre computadoras de memoria compartida o distribuida.

WRF presenta un código basado en módulos y se puede utilizar para la realización de previsión meteorológica operativa y para estudios de simulaciones ideales en estudios de investigación (Knievel, 2007), con amplias aplicaciones en el ámbito de estudios de la atmósfera.

Se trata de un modelo que incorpora los últimos avances en física de la atmósfera para resolver las ecuaciones primitivas de la meteorología dinámica, incorpora nuevas parametrizaciones o mejora las ya existentes en el antiguo modelo MM5 que permite la asimilación variable de datos observados (Beljaars, A.C.M., 1994).

El modelo genera salidas de datos en archivos. Un archivo está compuesto de registros homogéneos que contienen información

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.
sobre el tema, en este caso, con datos referentes al pronóstico de temperatura, lluvia, humedad relativa, magnitud y dirección del viento (Wee, 2012).

Implementación en otras instituciones

En México, uno de los pioneros en implementar la metodología BPM fue PEMEX SICORI (Sistema Corporativo de Información). Sin embargo, los resultados obtenidos en principio fueron muy limitados, al restringirse a la realización de proyectos aislados y de bajo riesgo dentro de la institución.

Con el objetivo de consolidar la experiencia acumulada en este campo, PEMEX SICORI decidió que todos los desarrollos en las áreas de BPM, BI (*Business Intelligence*) y Sistemas de Información Geográfica (Geographic information system SIG, por sus siglas en inglés) presenten un enfoque integral para que coadyuven a incrementar la competitividad institucional. Con esta base, la empresa definió cuatro macroprocesos: 1) Planeación, 2) Innovación de Nuevos Productos, 3) Cadena de Valor y 4) Procesos de Apoyo, en los que ha enfocado sus esfuerzos de mejora y automatización.

La nueva tecnología BPM (*Business Process Management*) constituye una herramienta que permite parametrizar y transformar los patrones de procesos, para aumentar la productividad y disminuir los costos, que a su vez mejora sensiblemente los tiempos de respuesta. Por tanto, con el apoyo del Gobierno Federal el INIFAP en el año 2012 empezó a implementar mecanismos de este tipo que dan soporte a la integración de Base de Datos. Ya que se cuenta con la infraestructura del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos para este proceso. La modelación del sistema de interacción de los pronósticos y el de la BD se realizó con el apoyo de *Business Process Management 2.0* (Underdahl, 2011) para la representación de los procesos, su óptimo entendimiento y


Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.
pronta codificación en el lenguaje de programación C# Visual
Estudio 2012.

II. GUÍA DEL LENGUAJE DE NEGOCIO


2.1. Simbología Nivel General

El Nivel General se utiliza para modelar la entidad o proceso que se va a crear en su nivel más abstracto, entendiendo como entidad a la organización dentro de la cual se realizan los diversos procesos o subprocesos de negocio.

Proceso o Entidad

Símbolo	Descripción
	<p>Se utiliza para representar la entidad dentro de la cual se encuentran los diferentes procesos de negocio.</p> <p>Se utiliza un polígono color azul en forma de flecha dentro del cual se muestra el nombre del Proceso Abstracto.</p>

Flujo

Símbolo	Descripción
	<p>Las entradas del proceso se señalan en la parte izquierda y del lado derecho quedaran representadas las salidas, también representadas por flechas que indican el flujo que entra al proceso y la salida que son los archivos.</p>

Reglas de Nivel General:


1. Sólo se puede representar el proceso o entidad más Abstracta.

2.2 Simbología Nivel Intermedio

El siguiente nivel de abstracción corresponde a los procesos de negocio y los subprocesos que los componen, entendiendo como proceso de negocio una colección de actividades estructurales relacionadas que producen un valor para la organización.

Esta notación se puede utilizar de manera iterativa para llegar a diferentes niveles de abstracción.

Proceso

Símbolo	Descripción
	<p>Se utiliza para representar un proceso de negocio dentro de una organización.</p> <p>Se utiliza un polígono color azul claro en forma de flecha dentro del cual se muestra el nombre del proceso/subproceso.</p>

Reglas Nivel Intermedio:


1. Cada Proceso puede involucrar uno o más subprocesos.

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

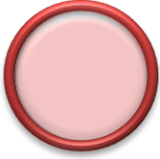
2. Los subprocesos generados de un proceso pueden estar o no estar relacionados.
3. El flujo de ejecución sólo se puede representar de izquierda a derecha.
4. Este nivel es iterativo, se puede utilizar hasta llegar al nivel de abstracción deseado.

2.3. Simbología Nivel Detallado

Inicio


Símbolo	Descripción
	<p>Este símbolo marca el inicio de un proceso.</p> <p>Solo se puede poner al inicio de un proceso/subproceso y sólo puede aparecer una vez por proceso/subproceso.</p>

Fin


Símbolo	Descripción
	<p>Este símbolo marca el final de un proceso/subproceso.</p> <p>Debajo del símbolo se escribe el nombre del siguiente proceso a realizar en caso de haber otro proceso en secuencia o la palabra terminar para acabar todo el proceso general.</p>

	En cada proceso/subproceso debe haber uno o más símbolos finales.
--	---

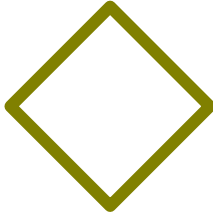
Actividad / Tarea

Símbolo	Descripción
	<p>Una actividad o tarea son los elementos atómicos que componen los procesos/subprocesos.</p> <p>Una tarea se realiza en un tiempo determinado e involucra uno o más recursos para su realización</p> <p>El símbolo de Tarea/Actividad se representa con un rectángulo dentro del cual se muestra el nombre de la actividad y en la esquina inferior izquierda el número único de la actividad.</p> <p>Las Actividades se conectan entre sí mediante conectores.</p>

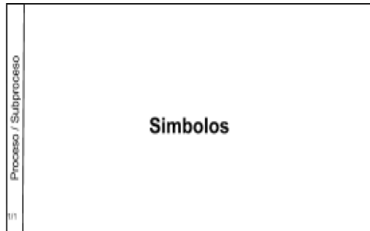
Conector

Símbolo	Descripción
	<p>El conector liga los diferentes símbolos de manera consecutiva estableciendo un orden de realización.</p> <p>Se representa como una flecha negra entre los símbolos que conecta.</p>


Condicional

Símbolo	Descripción y uso
 <p data-bbox="448 793 737 823">Elemento de Evaluación</p>	<p data-bbox="802 548 1305 800">El símbolo Condicional evalúa una condición en un punto específico del flujo de trabajo, y de acuerdo a la evaluación de dicho elemento, tomará el camino cuya condición exclusiva se evalúe como verdadera, o en su defecto si no se cumple la condición tomará un camino alternativo.</p> <p data-bbox="802 835 1305 926">Cada una de las líneas de flujo que parten de un símbolo Condicional debe de llevar el resultado de dicha evaluación.</p> <p data-bbox="802 961 1305 1087">El símbolo Condicional se representa como un rombo con la letra mayúscula C en el centro y debajo del símbolo el elemento que se evalúa.</p>

Pool

Símbolo	Descripción
 <p data-bbox="550 1444 634 1470">Simbolos</p>	<p data-bbox="802 1302 1305 1392">El pool es el área donde se encuentran los símbolos que modelan los procesos/ subprocesos.</p> <p data-bbox="802 1428 1305 1585">Se compone de un rectángulo donde el área de la cabecera define el nombre del proceso/ subproceso, un número único y en el área central se encuentran los símbolos que lo conforman.</p> <p data-bbox="802 1587 1305 1680">En la parte inferior de la cabecera se tendrá el número de página y el total de páginas.</p>

Rol

Símbolo	Descripción
	<p>El símbolo de rol se encuentra anidado dentro del símbolo Pool y sirve para definir las actividades que realizará cada una de las partes involucradas en el proceso.</p> <p>Se compone de un rectángulo donde el área de la cabecera define el nombre del rol y en el área central se encuentran los símbolos que realizan dicho rol.</p>

Reglas Nivel Detallado:

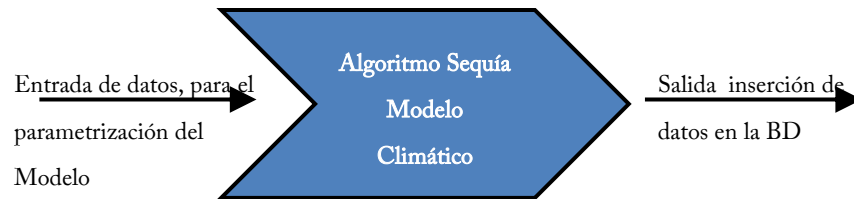
1. Se debe de representar el inicio del proceso/subproceso con un símbolo de inicio al extremo izquierdo del modelo.
2. Los símbolos de Inicio, Fin, Tarea/Actividad, Subproceso, Condicional y Compuerta Inclusiva deben de estar unidos mediante Conectores.
3. El proceso modelado puede ocupar el número de páginas necesarias según su extensión, definiendo el número de página en la parte inferior de la cabecera.

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

4. Los símbolos de recepción y envío de mensaje siempre deben de ir en pares.
5. Los símbolos de Conexión de Flujo siempre deben de ir en pares.
6. Se puede representar en una actividad un número n de documentos según sea necesario.

III. MODELADO DEL PROCESO

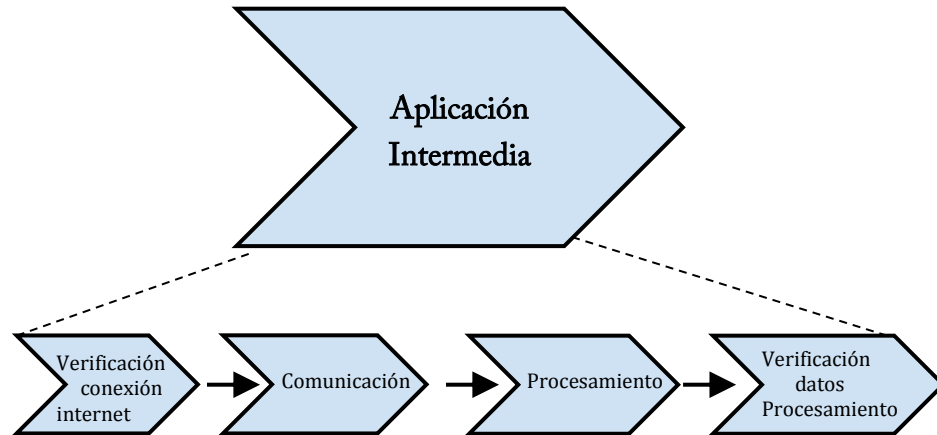
3.1 Nivel General



3.2.1 Nivel Intermedio Primera Iteración



3.2.2 Nivel Intermedio Segunda Iteración



3.2.3 Nivel Detallado del Proceso

La aplicación está elaborada en base al proceso de “Procesamiento”, por lo cual se va a describir detalladamente este proceso, las partes involucradas son:

1. Algoritmo determinación de sequías (ExSe)².
2. Modelo de pronóstico climático (PronEst)³.
3. Modelo WRF.
4. Aplicación Intermedia.
5. Base de Datos.

Este sistema de procesamiento que hace la interacción entre los archivos de salida de sequía y modelos de pronóstico y la Base de

² **ExSe.** Aplicación informática para determinar sequías meteorológicas en México.

³ **PronEst.** Aplicación informática para la generación de pronósticos estacionales de uno a tres meses.

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.
datos, se codificó en C# Visual Studio .NET 2012, utilizando un manejador de Base de Datos SQL Server 2008.

El algoritmo de sequías y modelos de pronóstico generan las salidas en un archivo o repositorio FTP (File Transfer Protocol) en base a la parametrización. Este organiza, los archivos por medio de carpetas, nombradas por la fecha en la cual corresponde al día en que se hace la corrida del modelo. En el interior de esta carpeta están los archivos de texto con los datos de salida del pronóstico de 1 a 5 días. Este proceso se genera diariamente y mensualmente en el caso de sequía y el pronóstico climático y diariamente en el pronóstico meteorológico a cinco días.

Una vez que están los datos cargados en el FTP, se dispone el programa a leer la última fecha de datos pronosticados de sequía y pronósticos, que se tiene registrada en la base de datos (BD). Se compara con la última fecha que se tiene en el FTP, si la fecha del repositorio es mayor a la de la Base de Datos, empieza el proceso de procesamiento de los datos hacia la BD. En caso contrario, entonces no inicia el procesamiento de los datos y envía una notificación que la información está actualizada por el momento.

El procesamiento de los datos hacia la BD, comienza cargando cada uno de los datos en una tabla virtual, clasificándolos a través de su latitud, longitud y fecha; una vez clasificado se dispone a identificar las tablas de la BD, en donde se va a insertar cada uno de los datos con los valores de las diferentes variables.

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

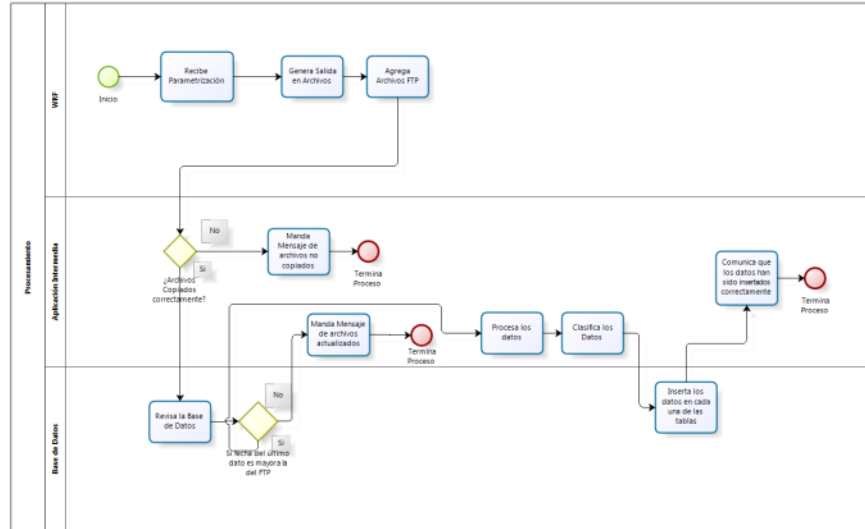


Figura 1. Descripción del Proceso detallado de Inserción a la BD (Base de datos).

IV.- CONCLUSIÓN

BPM ha permitido al Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos innovar en los procesos bajo estándares internacionales, alineados con la estrategia de negocio para asegurar la efectividad de los procesos involucrados en los pronósticos y futuros desarrollos tecnológicos, para crear valor a la cadena productiva del INIFAP. BPM constituye un nuevo paradigma para abordar procesos de mejoramiento que aumenta la eficiencia y facilita integración entre diferentes organizaciones en las que se colabora. Se lleva a la práctica integrando la estrategia, los procesos y la tecnología, la cual emplea estándares de modelamiento para permitir una comunicación fluida y con menor esfuerzo entre procesos de negocio y las organizaciones del sector.

Constituye una alternativa para la búsqueda de ventajas competitivas, para afrontar escenarios de competencia en desarrollos tecnológicos, nacionales e internacionales. Es BPM una nueva línea de pensamiento, que atiende necesidades tangibles de las organizaciones para abrir nuevas oportunidades en futuros proyectos.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Amador, J.A., Alfaro, E. 2009. Métodos de reducción de escala: aplicaciones al tiempo, clima, variabilidad climática y cambio climático. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 11:39-52.
- Australian Greenhouse Office. 2006. *Climate Change Impacts and Risk Management. A guide for business and government.* Department of the Environment and Heritage Australian Greenhouse Office. Commonwealth of Australia. 73 p.
- Beljaars, A.C.M. 1994. The parameterization of surface fluxes in large-scale models under free convection. *Quart.*
- Bernhard Hitpass. 2013. *BPM: Business Process Management Fundamentos y Conceptos de Implementación.* 2da Edición, Santiago de Chile, BHH Ltda. Santiago de Chile, p. 293. ISBN 293978-956-345-977-7.
- Brian Underdahl. 2011. *Business Process Management for Dummies,* USA, Wiley Publishing, Inc. p. 64. ISBN 978-1-118-01415-8.
- Fantini, P. (ed.). 2007. *Semantic Business Process Lifecycle.* SUPER Project Deliverable D2.2. May 2007. Available in: <http://www.ip-super.org/res/Deliverables/M12/D2.2.pdf>.
- Flamenco, E.A., Rebella, C.M., Carballo, S., Rodríguez, R.O. 2002. Metodología de Pronóstico Estacional de Lluvias en Regiones de Argentina. *Revista Argentina de Meteorología* 2(2):133-141.
- Gil, A. y J., Olcina. 1997. *Climatología General.* Editorial Ariel, S.A. Barcelona, España. 572 p.

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

Gommes, R. 1998. Climate-related risk in agriculture. A note prepared for the IPCC Expert Meeting on Risk Management Methods. Toronto, AES, Environment Canada. 13 p.

Harmon, P, A. 2007. A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals. Second Edition. USA: Elsevier. 592 p. ISBN 978-0-12-374152-3.

INEGI. 2010. México en Cifras. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/movil/mexicocifras/mexicoCifras.aspx?em=00000&ci=e> (Consultado el 10 de Octubre del 2013).

Knievel, J.C., G.H. Bryan, and J.P. Hacker. 2007. Explicit numerical diffusion in the WRF Model. *Mon. Wea. Rev.*, p 135, 3808-3824

Layna Fischer. 2007. BPM and Work Flow Hand Book, USA, Future Strategies Inc. p 152 . ISBN 157978-0-9777527-1-3

Ma, Z.; Wetzstein, B.; Anicic, D.; Heymans, S.; Leymann. F. 2007. Semantic Business Process Repository, Proceedings of the Workshop on Semantic Business Process and Product Lifecycle Management (SBPM-2007), Vol-251, CEUR-WS, June 2007, ISBN 1613-0073.

Maldonado, T., Alfaro, E. 2010. Predicción estacional para ASO-2010 de eventos extremos y días con precipitación sobre las vertientes Pacífico y Caribe de América Central, utilizando análisis de correlación canónica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales* 11(21):182-214.

Mason, S. J., Baddour, O. 2008. Statistical modeling. *In: Troccoli, A., Harrison, M.S.J., Anderson, D.L.T., Mason, S.J. (eds.). Seasonal Climate Variability: Forecasting and Managing Risk.* Springer Academic Publishers, Dordrecht, 163-201.

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.

McKee, T. N. Doesken, and J. Kleist. 1993. Drought monitoring with multiple time scales. American Meteorological Society, 9th Conference on Applied Climatology. pp. 233-236.

Michalakes, J., S. Chen, J. Dudhia, L. Hart, J. Klemp, J. Middlecoff, and W. Skamarock. 2001. Development of a Next Generation Regional Weather Research and Forecast Model. Developments in Teracomputing: Proceedings of the Ninth ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology. Eds. Walter Zwiefelhofer and Norbert Kreitz. World Scientific. pp. 269-276.

Palmer, W. C. 1965. Meteorological Drought. U.S. Department of Commerce, Research Paper No. 45. Washington. D. C. 58 p.

Pemex.2012 Casos de Éxito. Disponible en: <http://www.megapractical.com/index.php/quienes-somos/casos-de-exito>. (Consultado el 10 de Octubre del 2013).

SIAP. 2012. Cultivos anuales. Disponible en: www.siap.gob.mx. (Consultado el 25 de febrero de 2012).

Wee, T.-K., Kuo, Y.-H., Lee, D.-K., Liu, Z., Wang, W. and Chen, S.-Y. 2012. Two overlooked biases of the Advanced Research WRF (ARW) Model in geopotential height and temperature. Mon. Wea. Rev., 140, 3907-3918, 10.1175/MWR-D-12-00045.1.

World Meteorological Organization (WMO). 1975. Drought and Agriculture. Technical Note No. 138. WMO-No. 392. Geneva, Switzerland. 119 p.

Automatización de procesos para servicios de diagnósticos y pronósticos meteorológicos y climáticos.



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



- Sede de Centro de Investigación Regional
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- Campo Experimental

Comité Editorial del CEPAB

Dr. Alfonso Peña Ramos
Dr. Luis Reyes Muro
Dr. José Saúl Padilla Ramírez
Ing. Francisco Javier Robles Escobedo
M.C. Fernando González Castañeda
M.C. Luis Martín Macías Valdez
Dr. Manuel Antonio Galindo Reyes

Revisión técnica

Dr. Víctor Manuel Rodríguez Moreno

Edición

Dr. Luis Reyes Muro
M.C. Fernando González Castañeda

Código INIFAP

MX-0-250299-52-02-10-09-52

La presente publicación se digitalizó en noviembre de 2013, en el
Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos,
Km. 32.5 Carretera Aguascalientes-Zacatecas. Pabellón de Arteaga, Ags.
CP 20660
Pabellón de Arteaga, Ags., México.

Copia digital: 500 ejemplares.

Campo Experimental Pabellón

Dr. Alfonso Peña Ramos Director de Coordinación y Vinculación

Personal investigador

Dra. Alma Delia Báez González Agrometeorología y modelaje
M.C. Arturo Corrales Suastegui Agrometeorología y modelaje
M.C. Miguel Ángel González González Agrometeorología y modelaje
Ing. Luis Antonio González Jasso Agrometeorología y modelaje
L.I. Mario Primitivo Narváez Mendoza Agrometeorología y modelaje
Ing. José Luis Ramos González Agrometeorología y modelaje
Dr. Víctor Manuel Rodríguez Moreno Agrometeorología y modelaje
Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing. Sergio Arellano Arciniega Frijol y garbanzo
M.C. Miguel Ángel Perales de la Cruz Frutales
Dr. José Saúl Padilla Ramírez Frutales
Dr. Manuel A. Galindo Reyes Frutales
M.C. Luis Martín Macías Valdez Hortalizas
M.C. Luis Humberto Maciel Pérez Ingeniería de riego
M. C. Osías Ruiz Álvarez Ingeniería de riego
M.C. Fernando González Castañeda Leche
M.C. Omar Iván Santana Leche
Ing. Francisco Javier Robles Escobedo Maíz
Ing. Alejandro Hernández Escudero Mecanización
Ing. Ernesto Martínez Reyes Mecanización
Ing. Carlos Rojas Santillán Mecanización
M.Sc. Abraham de Alba Ávila Pastizales y cultivos forrajeros
M.C. Luis Antonio Díaz García Sanidad forestal y agrícola
M.C. Ernesto González Gaona Sanidad forestal y agrícola
Dr. Guillermo Sánchez Martínez Sanidad forestal y agrícola
Dra. Mercedes Borja Bravo Socioeconomía
Dr. Luis Reyes Muro Socioeconomía

WWW.INIFAP.GOB.MX

En la actualidad, el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos busca mejorar los procesos de software de cada una de las aplicaciones para alinearla a los objetivos del INIFAP, tal es el caso de la adopción de BPM (*Business Process Management*).

Como primer acercamiento se utilizó esta herramienta para el modelado de los procesos WRF (*Weather Research and Forecasting*) a la BD (*Base de Datos*), así como su automatización.