

# MINUTA GO N°04/2019

## GUIA DE INSTALACIÓN MODELO PLP v5.0

---

DEPARTAMENTO DE PROGRAMACIÓN

Agosto 2019



## TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2 REQUERIMIENTOS DE SISTEMA .....</b>	<b>2</b>
<b>3 MODIFICACIONES REALIZADAS PLP .....</b>	<b>3</b>
<b>4 ACTUALIZACIONES AL MANUAL .....</b>	<b>3</b>
<b>5 PASOS PARA LA INSTALACIÓN y COMPILACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>6 ANEXOS .....</b>	<b>7</b>
<b>A. INSTALACIÓN GUROBI .....</b>	<b>7</b>
<b>B. INSTALACIÓN CPLEX .....</b>	<b>8</b>
<b>C. INSTALACIÓN CLP 1.16-CDEC .....</b>	<b>10</b>
<b>D. INSTALACIÓN OSI-CDEC .....</b>	<b>12</b>
<b>E. PASOS OPCIONALES PARA EJECUTAR PLP .....</b>	<b>14</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

El **modelo PLP** ha sido la herramienta utilizada por el CDEC SIC, desde mediados del año 2004 para elaborar la programación semanal y determinar el valor del agua en los distintos embalses del SIC, así como también para realizar la programación mensual, estudios de abastecimiento y cálculo de peajes entre otras aplicaciones.

Desde su implementación se ha constatado que dicha herramienta posee oportunidades de mejoras, principalmente respecto del modelamiento del sistema y diseño computacional. En base a lo anterior, se solicitó al Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (CE-FCFM) un conjunto de modelamientos y modificaciones a las rutinas codificadas del modelo PLP, que permitan mejorar el desempeño del modelo. Dentro de estos cambios realizados se modificó la forma de compilar el modelo PLP debido a la inclusión de librerías especializadas como OSI o CMAKE, lo que podría confundir al usuario a la hora de querer utilizar el modelo.

A continuación se presenta una guía rápida de instalación y compilación del modelo PLP para ser ejecutado y/o modificado por el usuario.

## 2 REQUERIMIENTOS DE SISTEMA

Si bien los requerimientos varían según el problema a simular, las recomendaciones se harán según los requerimientos solicitados por las simulaciones de programación semanal hechas por el CDEC SIC.

a. Especificaciones Mínimas:

- Procesador de 2 GHz.
- Procesador con 8 hilos de ejecución.
- 32 GB de RAM.
- 4 GB de espacio libre en el disco duro.
- Sistema CentOS 7 (RHEL 7.0 o superior), Ubuntu 14.04 o superior.
- Suite de Optimización: CPLEX, Gurobi o CLP 1.16m (CDEC).
- Paquete de instalación OSI-CDEC 1.0 o superior.

b. Especificaciones Recomendadas:

- Procesador de 3 GHz.
- Procesador con 60 o más hilos de ejecución
- 128 GB de RAM.
- 12 GB de espacio libre en el disco duro.
- Sistema CentOS 7 (RHEL 7.0 o superior), Ubuntu 14.04 o superior.
- Suite de Optimización: CPLEX, Gurobi o CLP 1.16m (CDEC).
- Paquete de instalación OSI-CDEC 1.0 o superior.

### 3 MODIFICACIONES REALIZADAS PLP

Versión	Observaciones
<b>Versión 3.0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de arquitectura.</li> <li>- Agregado modelamiento multi-bloque por subperíodo.</li> <li>- Nuevas restricciones para el balance de volumen en embalses.</li> <li>- Ajuste de parámetros para estabilidad y convergencia del algoritmo.</li> <li>- Rehabilitación de convenios de riego.</li> <li>- Inclusión de restricción operacional para el descenso máximo tolerable del embalse Ralco.</li> <li>- Paralelización del código PLP.</li> <li>- Utilización de librería OSI para el uso de múltiples motores de optimización.</li> <li>- Asignación dinámica de memoria en arreglos internos.</li> </ul>
<b>Versión 5.0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajuste de condiciones al desactivar convenios.</li> <li>- Ajuste de afluente de Central La Mina en convenio del Maule antiguo.</li> <li>- Implementación Acuerdo 2017 - Convenio del Laja.</li> <li>- Implementación limitación de potencia máxima.</li> <li>- Implementación de relajación para cotas mínimas.</li> <li>- Mejora en operación de cortes de factibilidad.</li> </ul>

### 4 ACTUALIZACIONES AL MANUAL

Versión	Observaciones
<b>Versión Dic-16</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agregados requerimientos mínimos.</li> <li>- Agregadas instalación de CPLEX y Gurobi.</li> <li>- Agregada instalación y compilación de OSI.</li> <li>- Agregada instalación y compilación de PLP.</li> <li>- Agregadas consideraciones opcionales.</li> </ul>
<b>Versión Ene-19</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agregada instalación CLP 1.16-CDEC.</li> </ul>

## 5 PASOS PARA LA INSTALACIÓN Y COMPILACIÓN

- a. Tener disponible o, en su defecto descargar, el *solver* o suite de optimización a utilizar.
- b. Instalar suite de optimización de no tener ninguna (Ver Anexo A, Anexo B o Anexo C).
- c. Descomprimir los archivos entregados por el Coordinador para la instalación del PLP (esto considera el PLP, el OSI y/o el CLP según sea necesario) en algún directorio escogido por el usuario. Se recomienda de aquí en adelante trabajar como súper usuario, los comandos a presentar obviarán el hecho de ser súper usuario.
- d. Para poder trabajar dentro del directorio descomprimido se recomienda otorgar permisos de ejecución a toda la carpeta y subcarpetas a través del comando:

```
chmod +x 2016-02-18_Archivos_PLP/ -R
```

- e. Es recomendable el uso del comando “ldd” para verificar las librerías que requieren los archivos binarios del PLP. Dentro del directorio de trabajo se encuentran, a modo de ejemplo, los binarios ya compilados del PLP para Gurobi y Cplex. Si se quieren ver las librerías necesarias para Gurobi se debería ejecutar:

```
ldd plp grb
```

La consola mostrará una lista de librerías requeridas y, además, se mostraran si existen tales librerías en el sistema o, en caso contrario, mostrará un mensaje de “not found”. Esto es de gran ayuda para que el usuario pueda buscar a través del repositorio correspondiente las librerías faltantes en caso de ser necesario.

Las librerías matemáticas BLAS y LAPACK se incluyen directamente en el OSI, por lo que no es necesario buscarlas de forma independiente. El comando siempre mostrará que no existen. De todas maneras, con la instalación completa de las herramientas de desarrollo (que se mostraran posteriormente) estos paquetes quedaran instalados.

- f. Los comandos de instalación a mostrar se basarán en CentOS, por lo que se utilizará el repositorio de Red Hat, si el usuario utiliza una distribución con repositorio diferente (e.g. Debian) deberá utilizar el similar respectivo. Uno de los aspectos importantes del modelo enviado (antes por mail y ahora a través de un Box) es que éste fue movido, de alguna u otra manera, hacia una plataforma Windows. Este hecho genera que caracteres adicionales se agreguen a algunos scripts y archivos de texto provocando la falla en la ejecución de éstos en un ambiente Linux. Para limpiar nuevamente estos archivos de recomiendo descargar el paquete dos2unix:

```
yum install dos2unix
```

Ahora, estando dentro del directorio descomprimido se recomienda el siguiente comando:

```
find . -type f -exec dos2unix {} \;
```

Con esto los archivos podrán ser ejecutados con normalidad por Linux.

- g. Habiendo corregido los archivos corruptos por Windows se puede proseguir con la instalación. Se recomienda ahora instalar los compiladores faltantes para poder utilizarlos con el OSI y el PLP. Esto también se visualiza al utilizar el comando mencionado en el punto e previo.

A modo de generalizar la instalación, se recomienda instalar todas las librerías referentes a los compiladores de Fortran y C (para 32 y 64 bits). Se puede ejecutar el siguiente comando en la terminal:

```
yum groupinstall 'Development Tools'
```

Se instalarán librerías relativas a otros lenguajes de programación, pero al menos todos los compiladores necesarios para el PLP estarán incluidos en un solo comando de instalación.

Luego de la instalación se pueden volver a verificar las librerías de los binarios con el comando "ldd" y se podrán ver que el archivo ya reconoce los compiladores en el sistema. Por ejemplo realizando:

```
ldd plp_grb
```

- h. Se debe crear un directorio llamado "coinoR" dentro de la carpeta de sistema "/opt". Ingresar a "/opt" y ejecutar:

```
mkdir coinoR
```

- i. En este punto, si es que el usuario lo desea puede instalar el motor de optimización CLP1.16-CDEC (que ya contiene el OSI-CDECv1.2) o saltarse a la siguiente instrucción e instalar el OSI de forma independiente. En el Anexo C se encuentra disponible una guía de instalación para las librerías CLP.

- j. En caso de no haber instalado las librerías del CLP, se debe instalar OSI obligatoriamente para poder compilar posteriormente el modelo PLP. Ver Anexo D para las referencias en torno a esta instalación.

- k. A continuación de la instalación y configuración de las librerías CLP u OSI, se debe instalar la herramienta de compilación *cmake*. Se procede a descargar e instalar la librería:

```
yum install cmake
```

- l. Se debe verificar que dentro de los scripts del *cmake*, si es que se usa Gurobi, la librería principal del *solver* esté dentro de la lista de búsqueda para la compilación (los archivos enviados datan de mediados del 2015, por lo que las nuevas versiones de Gurobi no estarán agregadas). Se debe ingresar al directorio "cmake" que está dentro del directorio principal del archivo enviado. De ahí se debe revisar el script de nombre "findGUROBI.cmake" y encontrar la línea:

```
find_library (GUROBI_LIBRARY
```

Se debe agregar el nombre de la librería correspondiente a la lista de nombres (e.g. gurobi65)

- m. Antes de poder ejecutar el *cmake* se requiere editar el archivo CMakeList.txt para elegir el *solver* contra el cual compilar. Cerca de las líneas superiores del archivo se encontrará lo siguiente:

```
option(COIN_USE_CPX "Use Cplex" ON)  
option(COIN_USE_CLP "Use Clp" OFF)  
option(COIN_USE_GRB "Use Gurobi" OFF)
```

Sólo una de las opciones puede estar en ON para que el script funcione correctamente.

- n. Luego de configurada la opción y guardado el archivo, se procede a ejecutar el script que construye el *makefile* a partir del *cmake*:

```
./rebuild_make.sh
```

El script debe ejecutarse 2 veces para generar correctamente el makefile.

- o. Finalmente ejecutar el archivo *makefile* generado:

```
make
```

Este proceso creará un archivo de nombre "plp", el cual será el binario requerido por el script que ejecuta el PLP (run\_plp.sh). Se recomienda revisar este binario con el comando "ldd" para cerciorarse de que todas las librerías han sido identificadas por el sistema.

Para ejecutar de una manera más simple el binario del modelo PLP, es posible realizar algunos pasos adicionales para permitir la ejecución del archivo como comando del sistema. Ver Anexo E.

## 6 ANEXOS

A continuación se presentan instrucciones adicionales a la instalación y/o compilación del modelo PLP.

### A. INSTALACIÓN GUROBI

- Se recomienda descomprimir archivo en la carpeta `"/opt"` del sistema (normalmente se requieren permisos de súper usuario).
- Es necesario editar las variables de entorno y agregar las necesarias para Gurobi, tal como se indica en el manual de instalación respectivo para Linux. (Puede ser tanto desde el archivo `"/etc/profile"` como desde `".bashrc"` del Home).

- Se deben agregar al final del código las siguientes líneas:

```
export GUROBI_HOME="/opt/gurobi/linux64"  
export PATH=${PATH}:${GUROBI_HOME}/bin"  
export LD_LIBRARY_PATH="${LD_LIBRARY_PATH}:${GUROBI_HOME}/lib"  
export GRB_LICENSE_FILE=/opt/gurobi/gurobi.lic
```

- Luego de recibida la licencia por parte de Gurobi, se debe validar a través del comando `"grbgetkey"`. Se debe verificar que el destino para el archivo de licencia `gurobi.lic` (que se descarga con la validación) sea el mismo que se indicó en la última línea del punto anterior.
- Se recomienda cerrar la terminal y abrir una nueva o recargar el script de variables de entorno para cargar las líneas agregadas al sistema.

- Adicionalmente, para terminar la instalación, se debe ejecutar en el directorio `"/opt/gurobiXXX/linux64"` el comando:

```
python setup.py install
```

- Se recomienda verificar a través de los casos de prueba, presentados en el manual de Gurobi, el correcto funcionamiento del programa.
- Para terminar el proceso se debe generar un link simbólico de nombre `Gurobi` del directorio de Gurobi, para que este sea reconocido para compilar el PLP, y dejarlo en el mismo directorio `"/opt"`. Por ejemplo, si se instaló Gurobi 5.6.3 el comando sería:

```
ln -s gurobi563 gurobi
```



## B. INSTALACIÓN CPLEX

- Se recomienda descomprimir archivo en la carpeta “/opt” del sistema (normalmente se requieren permisos de súper usuario). El directorio tendrá de nombre “ibm”.
- Se recomienda copiar en “/opt” el directorio de la versión de Cplex (e.g. `ibm/ILOG/cplex121`, si fuera la versión 12.1 de Cplex). Si el usuario desea puede dejar el directorio tal como está (por lo que deberá tener cuidado con las rutas de compilación posteriores) o puede utilizar un directorio auxiliar para tener un mejor orden de los archivos que se requieren para compilar el OSI y el PLP (como se recomendará a continuación en esta guía).
- Crear en “/opt” un directorio nuevo de nombre “cplex”:

```
mkdir cplex
```

- Dentro de este nuevo directorio se debe crear nuevamente un directorio de nombre “cplex” (por un tema de mantener una cantidad de subdirectorios similar al directorio “ibm”):

```
mkdir cplex
```

- Nuevamente, dentro de este nuevo subdirectorio se deben crear 3 subcarpetas que serán las principales a buscar durante las posteriores compilaciones :

```
mkdir bin  
mkdir include  
mkdir lib
```

- En el directorio “bin” se recomienda crear un subdirectorio de nombre “x86-64\_linux” :

```
mkdir x86-64 linux
```

- En donde dentro de éste se debería generar un link simbólico de nombre “cplex” hacia el binario principal de cplex de la carpeta “ibm”. A modo de ejemplo y usando las rutas relativas dentro de la carpeta “x86-64\_linux” recién creada:

```
ln -s ../../../../ibm/ILOG/cplex121/cplex/bin/x86_sles9.0_3.3/cplex cplex
```

- En el directorio “include” se recomienda crear un link simbólico de nombre “ilcplex” que apunte hacia el directorio del mismo nombre de la carpeta “ibm”. Siguiendo el ejemplo anterior:

```
ln -s ../../../../ibm/ILOG/cplex121/cplex/include/ilcplex/ ilcplex
```

- Por último, en el directorio “lib” crear un subdirectorio de nombre “x86-64\_linux” :

```
mkdir x86-64 linux
```

- Y dentro de éste crear un link simbólico de nombre “static\_pic” apuntando al directorio homónimo dentro de “ibm” :

```
ln -s ../../../../ibm/ILOG/cplex121/Cplex/lib/x86-64_sles9.0_3.3/static_pic/
```

- Luego ya estarían todas las rutas necesarias preparadas para la compilación de PLP, OSI y/o CLP.

- En caso de conseguir externamente el archivo de licencia `access.ilm`, éste debe dejarse en:

```
mv access.ilm /opt/ibm/ILOG/ilm/access.ilm
```

- Siguiendo el manual correspondiente, se debe dejar una variable de entorno nueva que contenga la ruta a la licencia. Modificando tanto el archivo `/etc/profile` o el archivo `.bashrc` del Home, agregar al final del script lo siguiente:

```
export ILOG_LICENSE_FILE=/opt/ibm/ILOG/ilm/access.ilm
```

- Luego, de esto, el proceso de instalación del OSI (o CLP) y la compilación del PLP no deberían tener problemas con Cplex.

## C. INSTALACIÓN CLP 1.16-CDEC

- El solver CLP quedó a disposición de cualquier usuario y éste puede ser descargado desde la página del Coordinador para ser usado como motor de optimización del modelo PLP.
- A modo de comentario, y tal como lo indicó el Consultor encargado del ajuste del CLP, los archivos de compilación del CLP ya contienen la librería OSI-CDECv1.2, por lo que no es necesario volver a instalar el OSI de forma independiente si es que el usuario ya compiló e instaló el CLP en su máquina.
- Tal como se mencionó previamente, el archivo que contiene al CLP se debe descomprimir dentro de un directorio escogido por el usuario.
- Se recomienda realizar un "dos2unix" sobre todo el directorio para verificar que no se haya afectado los archivos de texto al haber transferido o descargado el empaquetado a un sistema con Windows. El uso de este comando se mencionó en la letra f de este manual.
- Para poder trabajar bien sobre este directorio se recomienda otorgar permisos de ejecución a toda la carpeta y subcarpetas a través del comando "chmod". Por ejemplo:

```
chmod +x CLP1.16-CDEC/ -R
```

- Luego, se debe ingresar al directorio y editar el script config.sh (que fue dejado para que se utilice en la compilación). Este script configura el solver contra el cual se habilitará la compilación del PLP o PCP. El archivo que está por defecto viene con las órdenes para Cplex y Gurobi escritas como referencia. Se recomienda, en caso de instalar un solo solver, eliminar las líneas referentes al otro. Por ejemplo, en caso de instalar solamente Gurobi 5.6.3 el archivo debiera verse como:

```
./configure -C -prefix=/opt/coinator \  
--with-gurobi-incdir=/opt/opt/gurobi/linux64/include \  
--with-gurobi-lib=/opt/gurobi/linux64/lib/libgurobi56.so \  
--disable-gurobi-libcheck
```

- Es importante verificar que la librería principal del solver sea la que uno coloca en la tercera línea, para este caso, la versión 5.6.3 de Gurobi viene con el archivo libgurobi56.so. Versiones posteriores tienen archivos con otros nombres y sucede lo mismo en Cplex.
- Luego de modificarlo y guardar cambios, se debe ejecutar el script. Se puede utilizar el siguiente comando:

```
./config.sh
```

Con los permisos de ejecución entregados previamente no deberían existir problemas para correrlo.

El proceso de compilación del CLP terminará cuando se obtenga un mensaje que declare la configuración exitosa de todas las librerías asociadas al CLP, incluyendo la del OSI.

- Siguiendo el proceso entregado por las instrucciones de instalación del CLP, se deben ejecutar secuencialmente los siguientes comandos:

```
make  
make test  
make install
```

- Cabe señalar que la ejecución del comando “make test” puede concluir con 1 o 2 errores al resolver el modelo en la pantalla, pero éste no afecta a la instalación de las librerías del CLP (u OSI) para su correcto funcionamiento.

## D. INSTALACIÓN OSI-CDEC

- Descargar comprimido OSI desde la página web del Coordinador.
- Descomprimir el archivo en cuestión dentro de un directorio escogido por el usuario.
- Se recomienda realizar un “dos2unix” sobre todo el directorio para verificar que no se haya afectado los archivos de texto al haber transferido o descargado el empaquetado a un sistema con Windows. El uso de este comando se mencionó en la letra f de este manual.
- Para poder trabajar bien sobre este directorio se recomienda otorgar permisos de ejecución a toda la carpeta y subcarpetas a través del comando “chmod”. Por ejemplo:

```
chmod +x OSI-CDEC_v1.2/ -R
```

- Luego, se debe ingresar al directorio y editar el script config.sh (que fue dejado para que se utilice en la compilación). Este script configura el solver contra el cual se habilitará la compilación del PLP o PCP. El archivo que está por defecto viene con las órdenes para Cplex y Gurobi escritas como referencia. Se recomienda, en caso de instalar un solo solver, eliminar las líneas referentes al otro. Por ejemplo, en caso de instalar solamente Gurobi 5.6.3 el archivo debiera verse como:

```
rev*/configure -C -prefix=/opt/coignor \  
--with-gurobi-incdir=/opt/opt/gurobi/linux64/include \  
--with-gurobi-lib=/opt/gurobi/linux64/lib/libgurobi56.so \  
--disable-gurobi-libcheck
```

La carpeta que comienza con “rev” incluye la revisión modificada del OSI para el proyecto PLP/PCP (**no** sirve descargar la versión del OSI desde el repositorio oficial dado que no compilará debido a las funciones nuevas que se agregaron).

- Es importante verificar que la librería principal del solver sea la que uno coloca en la tercera línea, para este caso, la versión 5.6.3 de Gurobi viene con el archivo libgurobi56.so. Versiones posteriores tienen archivos con otros nombres y sucede lo mismo en Cplex.
- Luego de modificarlo y guardar cambios, se debe ejecutar el script. Se puede utilizar el siguiente comando:

```
./confiq.sh
```

Con los permisos de ejecución entregados previamente no deberían existir problemas para correrlo.

El proceso de compilación del OSI terminará cuando se obtenga un mensaje que declare la configuración exitosa de todas las librerías asociadas al OSI.

- Siguiendo el proceso entregado por las instrucciones de instalación del OSI, se deben ejecutar secuencialmente los siguientes comandos:

```
make  
make test  
make install
```

- Cabe señalar que la ejecución del comando “make test” puede concluir con 1 o 2 errores al resolver el modelo en la pantalla, pero éste no afecta a la instalación de las librerías del OSI para su correcto funcionamiento.

## E. PASOS OPCIONALES PARA EJECUTAR PLP

- Por comodidad en la ejecución del PLP, es recomendable desplazar los archivos a ciertos directorios del sistema que evitan mover constantemente los archivos entre una carpeta y otra. Además, es posible dejar la ejecución del PLP como comando de sistema, por lo que la consola lo podrá buscar automáticamente al comenzar a escribirlo.

- Crear un directorio llamado “plp” en “/opt” y mover el binario dentro de él:

```
mkdir /opt/plp  
mv plp /opt/plp/
```

- Luego, abrir el archivo “run\_plp.sh” contenido en el directorio descomprimido y modificarlo para asignar la ruta correcta y el nombre correcto del archivo binario “plp”. Esto se encuentra en las primeras líneas del script:

```
PLPBIN=/opt/plp/plp
```

Esto permite poder ejecutar el plp adecuadamente al correr el script “run\_plp.sh”. Sin embargo, el script debe ser ejecutado desde el directorio en donde se encuentran los archivos DAT de entrada al modelo. Los pasos siguientes presentan una de las formas posibles para poder ejecutar el modelo con comodidad.

- Mover o copiar el script run\_plp.sh hacia alguna ruta dentro del home de usuario, por ejemplo, se creará “/home/username/plp/bin”:

```
mkdir ~/plp/bin  
cp run_plp.sh ~/plp/bin
```

- Dentro del directorio principal del usuario (“/home/username”), editar el archivo .bash\_profile. De esa manera, se agregará el directorio en donde se encuentra el binario para poder ser ejecutado desde cualquier lugar, pero sólo con el usuario utilizado.

En el archivo, a continuación de la última línea asignada a la variable PATH (antes del export), agregar:

```
PATH=$PATH:$HOME/plp/bin
```

- Luego de modificado y guardado el archivo, éste se puede refrescar ejecutando el siguiente comando en consola:

```
source /home/username/.bash_profile
```

- Entonces, para ejecutar el PLP bastará con sólo ingresar al directorio en donde se tengan los archivos de entrada y ejecutar en consola:

```
run_plp.sh
```

El sistema reconocerá el comando y comenzará la ejecución del programa.