

**PARP**

**Plataforma Abierta  
de Restauración de Películas**

**Facultad de Ingeniería, Udelar**

**Manual de Usuario**

**Versión 1.0. Abril 2017**

Juan Andrés Friss de Kereki  
Sebastián Bugna

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Instalación</b>	<b>2</b>
2.1. Natron v2.2.7 . . . . .	2
2.2. OpenCV v2.4.13 . . . . .	2
2.3. Plugins de restauración PARP . . . . .	3
<b>3. Uso de Natron</b>	<b>4</b>
3.1. Entendiendo Natron . . . . .	4
3.1.1. Composición por nodos . . . . .	4
3.2. Interfaz gráfica de Natron . . . . .	4
3.3. Cómo gestionar proyectos . . . . .	5
3.4. Tareas básicas . . . . .	5
3.4.1. Cómo crear, conectar y eliminar nodos. . . . .	5
3.4.2. Cómo cargar y ver un video . . . . .	6
3.4.3. Cómo navegar en la línea de tiempo . . . . .	7
3.5. Aplicar efectos . . . . .	8
3.5.1. Cómo aplicar efectos encadenados . . . . .	8
3.5.2. Cómo aplicar distintos efectos a distintas secciones de video . . . . .	8
3.5.3. Corrección de color, saturación y contraste . . . . .	9
3.6. Cómo modificar la interfaz de trabajo para restaurar películas . . . . .	10
3.6.1. Guardar y configurar <i>Layout</i> por defecto de trabajo . . . . .	12
3.7. Cómo visualizar simultáneamente distintos fotogramas de un video . . . . .	13
<b>4. Restauración de video</b>	<b>15</b>
4.1. Cómo utilizar el plugin de detección de cortes entre escenas . . . . .	15
4.1.1. Detección semi-automática . . . . .	15
4.1.2. Importar <i>EDL</i> ( <i>Edit Decision List</i> ) . . . . .	16
4.1.3. Resultados esperados . . . . .	16
4.2. Cómo utilizar el plugin de detección y corrección de <i>scratches</i> . . . . .	16
4.2.1. Restauración de <i>scratches</i> mediante <i>video inpainting</i> . . . . .	18
4.2.2. Ventana de procesamiento interactiva . . . . .	19
4.2.3. Resultados esperados . . . . .	19
4.3. Cómo utilizar el plugin de <i>deflicker</i> . . . . .	19
4.3.1. Resultados esperados . . . . .	20
4.4. Herramientas de restauración disponibles en Natron . . . . .	20
<b>5. Exportación de video</b>	<b>21</b>

# 1. Introducción

PARP, Plataforma Abierta de Restauración de Películas Deterioradas, es un proyecto de grado desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República de Uruguay, en el Instituto de Ingeniería Eléctrica ("Profesor Agustín Cisa") [5] y en el Instituto de Computación (INCO) [4]. Fue desarrollado por los estudiantes de grado Sebastián Bugna y Juan Andrés Friss de Kereki.

Consiste en una serie de herramientas de efectos visuales implementadas para llevar a cabo la restauración de películas en formatos analógicos, que ya han sido digitalizadas. El código fuente se encuentra en el repositorio <https://github.com/SebastianBugna/PARP>. Las herramientas se ejecutan en Natron[3], una aplicación de distribución libre y gratuita, desarrollado en el instituto INRIA, con herramientas profesionales para composición de vídeo y efectos especiales.

Se implementaron algoritmos que permiten realizar la detección semi-automática de los cortes de una película, corregir del efecto de *flicker* de luminancia en secuencias, así como detectar y restaurar *scratches*. Es posible utilizarlas en sistemas operativos *Linux*.

En este manual de usuario cubriremos todos los pasos para restaurar una película con estas herramientas: desde la instalación del software Natron, la instalación de los *plugins* de PARP, la importación de video, los diferentes efectos disponibles para restaurar secuencias, y finalmente las opciones de exportación.

Este manual está dirigido a usuarios con alguna experiencia en postproducción de video. Las secciones están ordenadas para que pueda utilizarse como un tutorial introductorio a Natron y a la restauración de secuencias. El tiempo aproximado que toma completar el tutorial es de 3 horas.

# 2. Instalación

Para instalar las herramientas de PARP es necesario instalar:

1. El software de postproducción Natron.
2. La librería de *computer vision* OpenCV.
3. Los *plugins* de restauración de PARP.

## 2.1. Natron v2.2.7

Se puede descargar e instalar Natron desde el siguiente enlace:  
<https://natron.fr/download>.

Por problemas específicos durante la instalación, consultar la guía de instalación de Natron:  
<http://natron.readthedocs.io/en/master/guide/linux.html>

## 2.2. OpenCV v2.4.13

Es posible instalar OpenCV y los paquetes que esta librería requiere, directamente desde el terminal de *Linux* ejecutando los comandos:

- compilador: `$ sudo apt-get install build-essential`
- requerido: `$ sudo apt-get install cmake git libgtk2.0-dev pkg-config libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev`
- opcional: `$ sudo apt-get install python-dev python-numpy libtbb2 libtbb-dev libjpeg-dev libpng-dev libtiff-dev libjasper-dev libdc1394-22-dev`

Se descarga y se instala el código fuente mediante los siguientes comandos:

- `$ cd /<my_working_directory>`

- `$ git clone https://github.com/opencv/opencv/archive/2.4.13.zip`
- `$ sudo apt-get install ffmpeg`
- `$ sudo apt-get -y install libopencv-dev`

La documentación completa sobre cómo instalar OpenCV se puede consultar en :  
[http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/introduction/linux\\_install/linux\\_install.html](http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/introduction/linux_install/linux_install.html).

### 2.3. Plugins de restauración PARP

Se incluyen los siguientes tres *plugins* de restauración:

**ShotCutDetection** Herramienta de detección de cortes

**Deflicker** Herramienta de corrección de *flicker* de luminancia

**RemoveScratches** Herramienta para detectar y restaurar *scratches*

Es posible descargar y compilar los *plugins* descargando el código fuente del repositorio y utilizando Makefiles, ejecutando los siguientes comandos:

- `$ git clone https://github.com/SebastianBugna/PARP`
- `$ cd PARP`
- `$ make CONFIG=release`

Esto compila todos los *plugins*. Es posible compilar cada uno por separado accediendo a su subdirectorio específico y ejecutando los mismos comandos.

Las opciones de compilación más comunes son:

`CONFIG=release` : permite compilar la versión final y optimizada.

`CONFIG=debug` : permite compilar una versión sin optimizaciones, para hacer debugging.

`CONFIG=relwithdebinfo` : permite compilar una versión optimizada y hacer debugging.

Al compilar los *plugins* se crean subdirectorios llamados, por ejemplos: “Linux-64-release”. En cada uno de estos subdirectorios se crea un directorio “\*.bundle”.

Se pueden cargar en Natron los *plugins*:

- moviendo los directorios “\*.bundle” a la carpeta “/usr/OFX/Plugins”.
- Alternativamente se puede utilizar la opción en la interfaz de Natron:  
*Edit>Preferences...>Plug-ins>OpenFX-Plugins search path* donde se agrega la ruta a el directorio “\*.bundle”.

También se debe copiar el archivo “initGui.py” del repositorio, en la carpeta “/Natron2/Natron/Plugins/PyPlugs/”

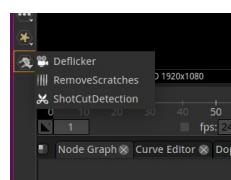


Figura 1: Grupo de *plugins* PARP cargados en Natron

Para asegurarse que los *plugins* se cargan correctamente al ejecutar Natron, verificar que se puede visualizar el siguiente grupo de *plugins* en la barra lateral izquierda en la interfaz de Natron, como se muestra en la Fig.1.

### 3. Uso de Natron

#### 3.1. Entendiendo Natron

Para profundizar en los diferentes aspectos de Natron se recomienda consultar su documentación [2], así como su guía de usuario [14]. También existe una gran variedad de tutoriales [13].

##### 3.1.1. Composición por nodos

El primer paso para entender Natron es que trabaja con nodos.

Un **nodo** es la herramienta básica mediante la cual se ejecuta cualquier acción o modificación sobre una señal de entrada y a partir de éste se genera una señal de salida. En la mayoría de los casos se tendrá como entrada y salida información de video.

En Natron todo se hace a través de diferentes nodos: tanto la lectura y escritura de video, como los distintos efectos que se aplican.

Los diferentes nodos disponibles se encuentran clasificados en grupos en una barra vertical a la derecha de la interfaz de Natron.

Al pasar el *mouse* por encima de los iconos se puede ver el nombre del grupo. Al presionar en el ícono de cada grupo, se despliegan los distintos nodos que contiene dicho grupo. Algunos de los grupos más utilizados son:

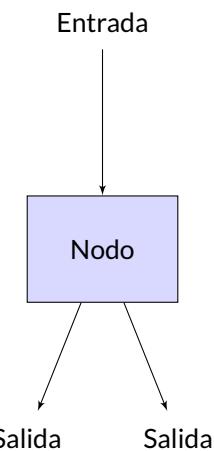


Figura 2



*Image*: nodos básicos para cargar, exportar y visualizar videos.

*Color*: nodos para aplicar diferentes ajustes de color a la imagen.

*Transform*: nodos que permiten aplicar diferentes transformaciones espaciales, e.g escala y rotación.

*Time*: nodos que permiten controlar los nodos temporalmente.

*Other*: diferentes nodos para organizar la estructura de nodos. E.g agrupar un conjunto de nodos.

En las siguientes secciones se explica cómo utilizar algunos de estos nodos en tareas específicas.

#### 3.2. Interfaz gráfica de Natron

En esta sección se brinda un primer acercamiento sobre la interfaz gráfica de Natron, explicando las distintas secciones y menús que la componen. Algunos video tutoriales que explican esto mismo en mayor profundidad pueden encontrarse en [10] [12] y .

La interfaz es muy similar a la del programa comercial *Nuke* [9], por lo que si se ha trabajado con el mismo resultará sencillo de utilizar.

Se distinguen cinco secciones principales, que en la vista por defecto son las siguientes: el menú superior, el menú lateral izquierdo, el visor central con la salida de video y la línea de tiempo, la sección inferior con el grafo de nodos, y la sección de la derecha con los parámetros y las opciones de los nodos, como puede verse en la Figura 3.

## 1. Menú superior

Aquí se puede crear un nuevo proyecto, guardar el proyecto actual, editar las preferencias de la aplicación, borrar la memoria caché, o mostrar el menú de ayuda.

## 2. Menú lateral izquierdo

Es el menú que contiene todos los grupos de nodos que se pueden utilizar, clasificados según su funcionalidad.

## 3. Vista central

Es el visor principal. Aquí se puede ver el video en el cual se está trabajando, y la línea del tiempo.

## 4. Sección inferior

Por defecto la pestaña seleccionada es la de *Node Graph*, o grafo de nodos. En ella se pueden ver todos los distintos nodos del proyecto y sus conexiones.

## 5. Sección derecha

En la sección derecha se tiene la información para cada nodo existente del proyecto, y para cada uno se pueden cambiar las opciones o parámetros que el nodo ofrezca.

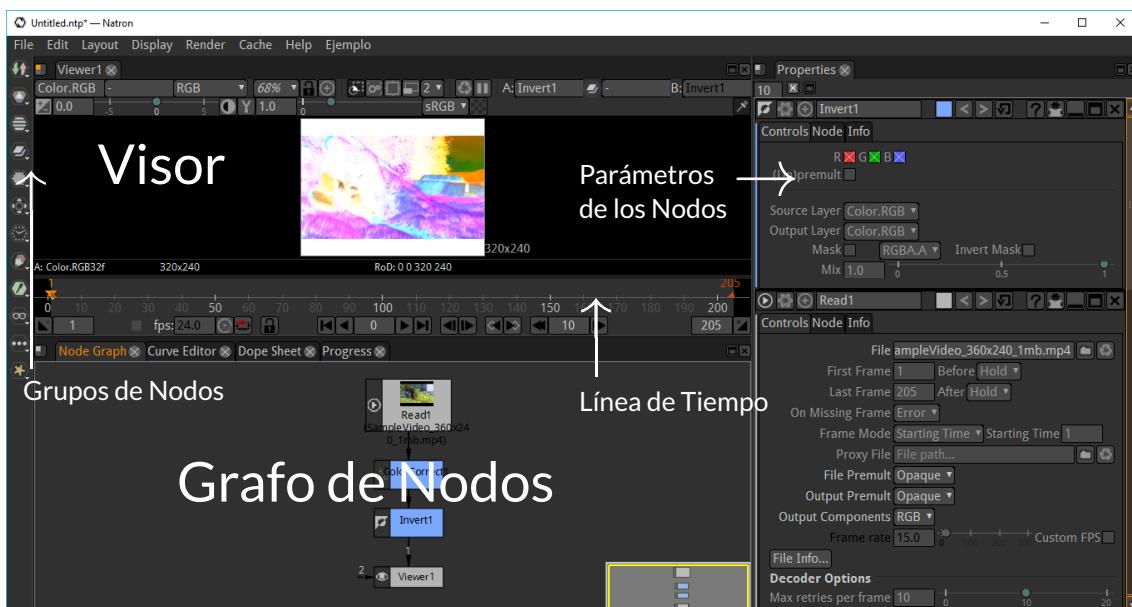


Figura 3: Interfaz gráfica de Natron y sus secciones principales

### 3.3. Cómo gestionar proyectos

Los proyectos de Natron son archivos de extensión .ntp. Los videos, imágenes, sonidos y materiales que se utilicen durante la composición se almacenan por separado en sus propios formatos originales.

### 3.4. Tareas básicas

#### 3.4.1. Cómo crear, conectar y eliminar nodos.

Con la barra lateral donde se encuentran los diferentes grupos de nodos clasificados, es posible crear distintos nodos que se irán mostrando en el grafo de nodos de la interfaz.

Es posible posicionar y establecer conexiones entre los nodos a elección del usuario, para realizar las distintas tareas de composición y restauración.

Si se desea crear un nodo B conectado a otro nodo A existente, se sugiere seleccionar previamente el nodo A y luego seleccionar el nodo B desde el grupo de nodos en la barra lateral. De esta forma, al crear el nodo B, éste se conectará automáticamente con el nodo A. Un ejemplo práctico de esto se encuentra en la siguiente sección.

Por otro lado, si al crear el nodo B, éste no se encuentra correctamente conectado al resto de los nodos, ó aparece directamente desconectado del resto, es posible conectarlo y/o desconectarlo haciendo *click* y arrastrando las flechas de conexiones con el *mouse*.

Si en cambio dos nodos existentes A y B se encuentran conectados, y se desea conectar entre medio de A y B un nuevo nodo C, se recomienda lo siguiente:

1. Seleccionar el nodo que se desea conectar entre los otros dos nodos.
2. Presionar la tecla `Ctrl`. Aparecen círculos amarillos en la mitad de todas las conexiones existentes en el grafo de nodos.
3. Arrastrar el nodo seleccionado hacia la conexión deseada, en particular donde se encuentra el círculo amarillo. Se despliegan ahora flechas verdes que indican como resultará la nueva conexión, como se muestra en la Figura 4.

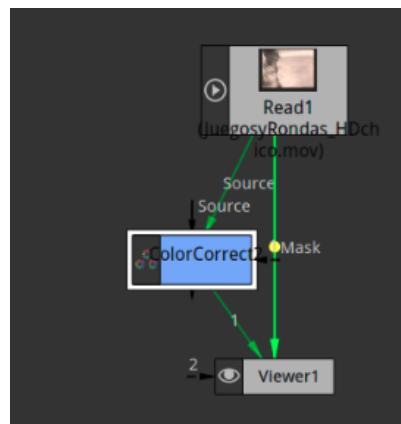


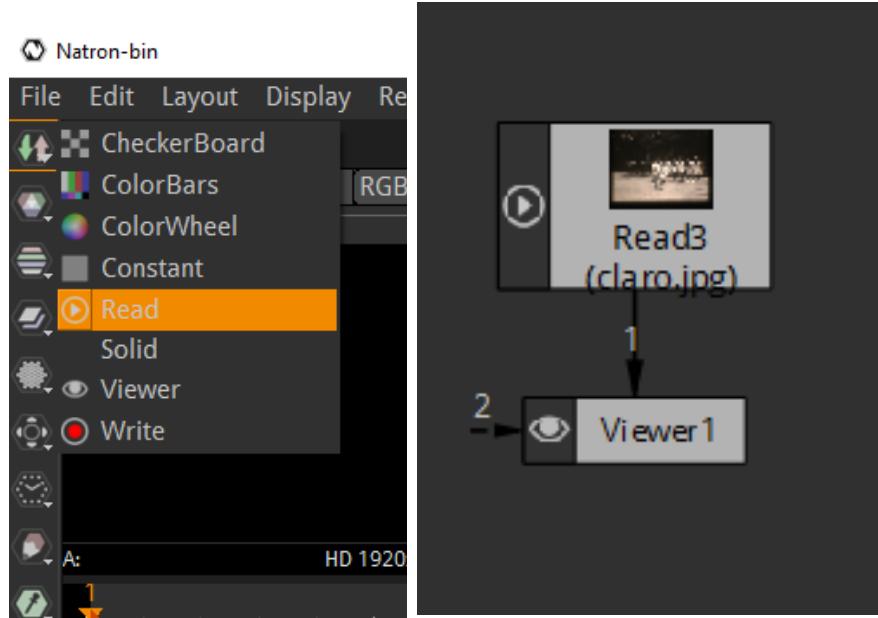
Figura 4: Parámetros por defecto del nodo *RemoveScratches*. Parámetro *Output Video en Detection Map*.

Por último, si se desea eliminar un nodo del proyecto, se debe seleccionar dicho nodo en el grafo de nodos y presionar la tecla *delete*.

### 3.4.2. Cómo cargar y ver un video

Este será el primer paso en cualquier trabajo de composición. Para la carga del video se utiliza el nodo *Read*. Para visualizar un video se utiliza el nodo *Viewer*. Los pasos son:

1. Seleccionar un nodo *Viewer* en el *Node Graph* (este nodo se crea por defecto al crear un proyecto nuevo).
2. Hacer *click* en el grupo de nodos *Image* del menú lateral izquierdo, el cual es el de más arriba.
3. Hacer *click* en la opción *Read*. Ver la Figura 5a.
4. Aparecerá una ventana para seleccionar un archivo, seleccionar el archivo de video que se deseé. Se admiten la mayoría de los formatos y resoluciones estándar de video.



(a) Crear un nodo *Read*.

(b) Nodo *Read* conectado a un *Viewer* en el *Node Graph*.

Si por alguna razón no se tiene un nodo *Viewer*, se deberá crear de la siguiente manera (ver Figura 5b):

- Hacer *click* en el grupo de nodos *Image* del menú lateral izquierdo, el cual es el de más arriba.
- Hacer *click* en la opción *Viewer*.
- Conectar ambos nodos, arrastrando la flecha saliente del nodo *Read* a la flecha 1 entrante del nodo *Viewer*, para quedar con la configuración que muestra en la Figura 5b.

### 3.4.3. Cómo navegar en la línea de tiempo

Debajo de la línea de tiempo se pueden encontrar botones que permiten reproducir el video normalmente, hacia atrás, o avanzando fotograma a fotograma.

Al pasar el *mouse* por encima de los distintos botones se despliegan carteles que indican sus funcionalidades. Ver Figura 6.

El marcador en color naranja indica el número de fotograma que se está visualizando actualmente.

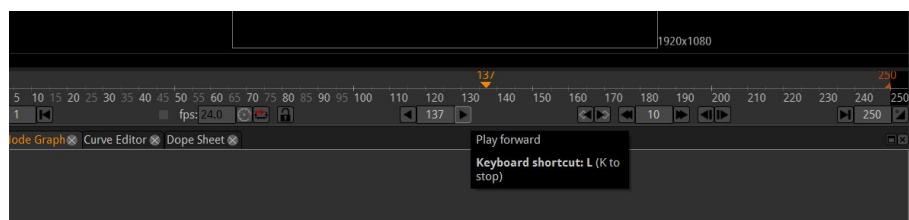


Figura 6: Herramientas de navegación en la línea de tiempo.

En la práctica se pueden realizar estas tareas directamente desde el teclado utilizando:

- **K** - detener el video
- **L** - reproducir el video
- **J** - reproducir marcha atrás el video
- Flechas de derecha e izquierda **→**, **←** - avanzar de a un fotograma

También es posible maximizar los paneles presionando la barra espaciadora, por ejemplo si se desea ver el video en un mayor tamaño.

## 3.5. Aplicar efectos

### 3.5.1. Cómo aplicar efectos encadenados

Para aplicar efectos en cadena a una secuencia dada, simplemente se deben encadenar los nodos, es decir, conectar la salida de uno con la entrada de otro.

En la Figura 7, primero se aplica una corrección de color, y luego se invierten los canales de color de la imagen. Estos efectos se aplican a toda la secuencia cargada en el nodo *Read*, y el resultado se visualiza en el visor a través del nodo *Viewer1*.

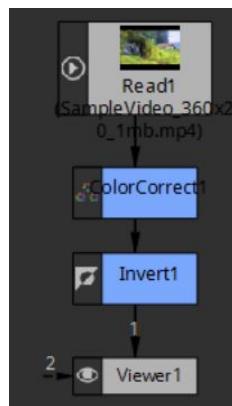


Figura 7: Aplicación de distintos efectos en encadenados.

### 3.5.2. Cómo aplicar distintos efectos a distintas secciones de video

Para aplicar ciertos efectos a distintos fragmentos, y no al video en su totalidad, se deben utilizar nodos *FrameRange*. Este se selecciona bajo el grupo *Time*, como se muestra en la Figura 8.

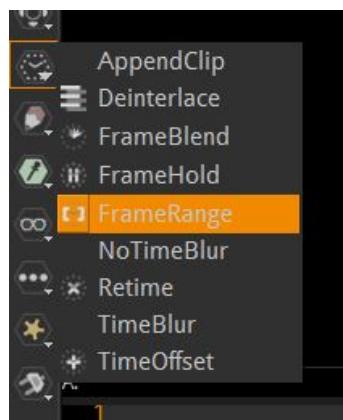


Figura 8: Nodo *FrameRange* en el grupo *Time*.

Cada nodo *FrameRange* tiene un fotograma de inicio y otro de fin.

Por ejemplo, en la Figura 9, se importó un video de prueba de 205 cuadros. Para separarlo en dos fragmentos (e.g. del fotograma 1 al 100, y del 101 al 205) se hace lo siguiente:

1. Crear dos nodos *FrameRange*.
2. Conectar ambos al nodo *Read* como muestra la Figura 9.
3. En el panel de propiedades, para cada nodo, seteamos el fotograma de inicio y fin.
4. A cada nodo, que representa una secuencia, se le aplican los efectos encadenados que se quiera.

5. Conectar estas salidas a un nodo *Merge* (se encuentra bajo el grupo *Merge*). Este nodo se encarga de unir ambos fragmentos.
6. Finalmente, conectar el nodo *Merge* a un *Viewer*.

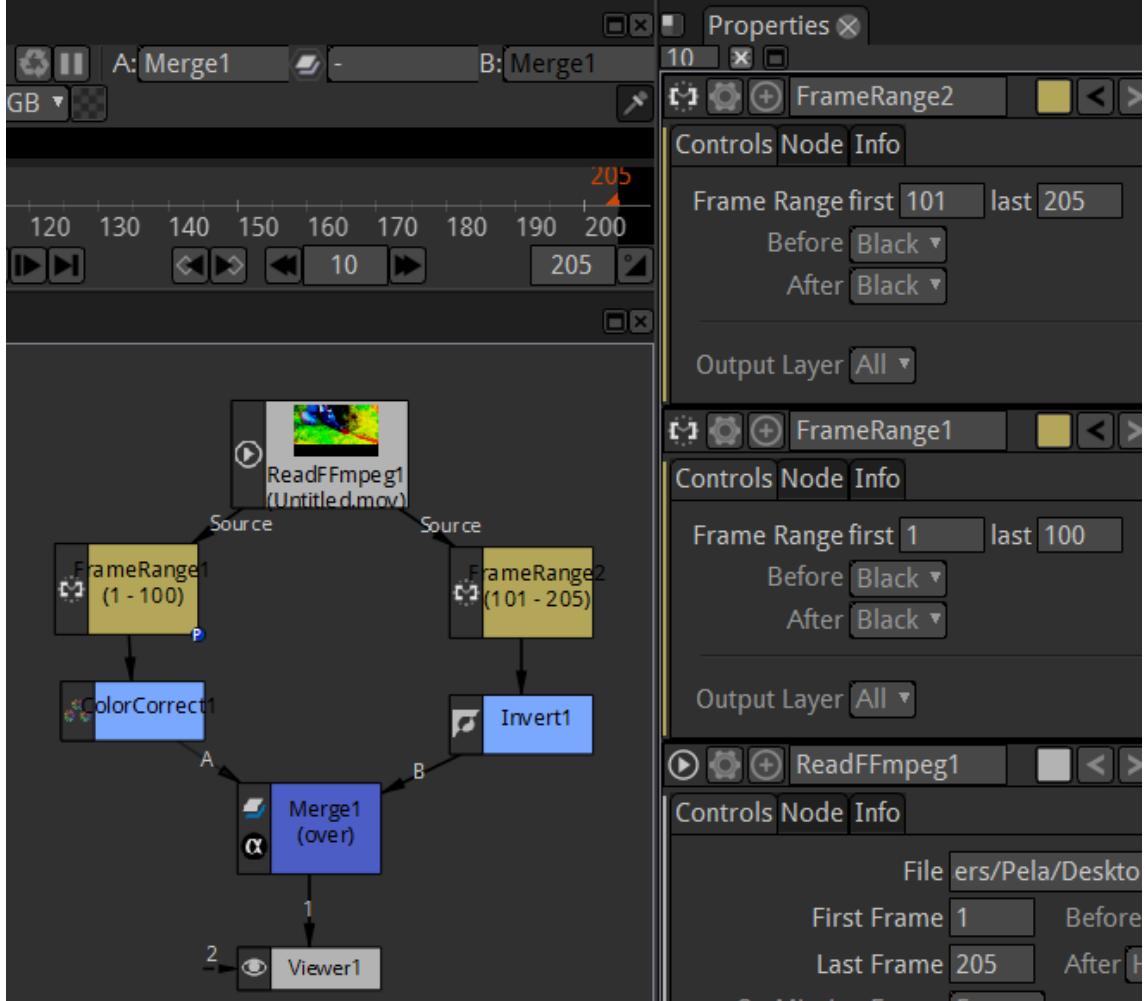
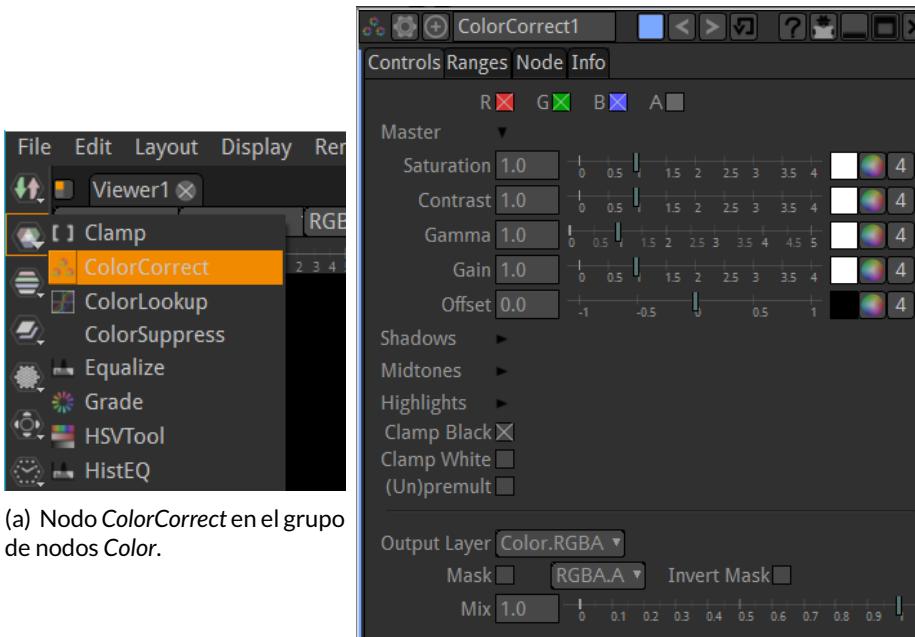


Figura 9: Aplicación de distintos efectos a distintas secciones del video.

### 3.5.3. Corrección de color, saturación y contraste

Un solo nodo, llamado *ColorCorrect*, realiza estas tres funciones, entre otras. El mismo se encuentra bajo el grupo de plugins *Color*, como muestra la Figura 10a.

En el panel derecho, se tienen las opciones como parámetros para modificar la saturación, contraste, etc. Ver la Figura 10b. Basta con cambiar los valores y se podrá ir viendo en directo cómo afecta la imagen.



### 3.6. Cómo modificar la interfaz de trabajo para restaurar películas

La interfaz de Natron es completamente modificable, para que pueda ajustarse a distintos proyectos. Estas modificaciones se pueden guardar y cargar por defecto cada vez que se vuelve a abrir el programa.

Es muy aconsejable en el caso de restaurar películas modificar la interfaz de Natron para poder visualizar simultáneamente la versión original y la versión restaurada de la película.

En este ejemplo se cargó un video y se aplicó un nodo *ColorCorrect* con el cual aumentamos la saturación y el contraste del video original. Para cumplir con el objetivo debemos seguir los siguientes pasos:

1. Se importa un video con un nodo *Read* y se aplica algún efecto de imagen. En la Figura 11 se aplica el nodo *ColorCorrect* a modo de ejemplo.

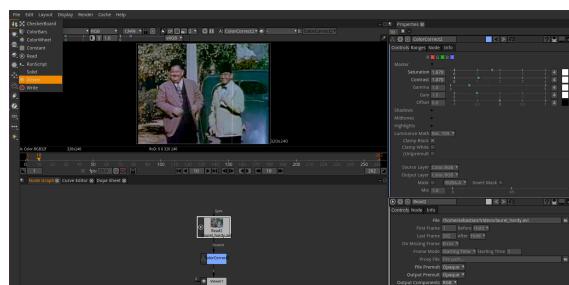


Figura 11: Se importa un video y se aplica corrección de color con nodo *ColorCorrect*.

2. Crear un nuevo nodo *Viewer*.
3. Conectarlo directamente al video original en el nodo *Read*, como muestra la figura 12a.
4. Click en el botón que se encuentra en la esquina superior derecha del panel central, donde se despliega el video correspondiente al nodo *Viewer1*. Ver la figura 12b.

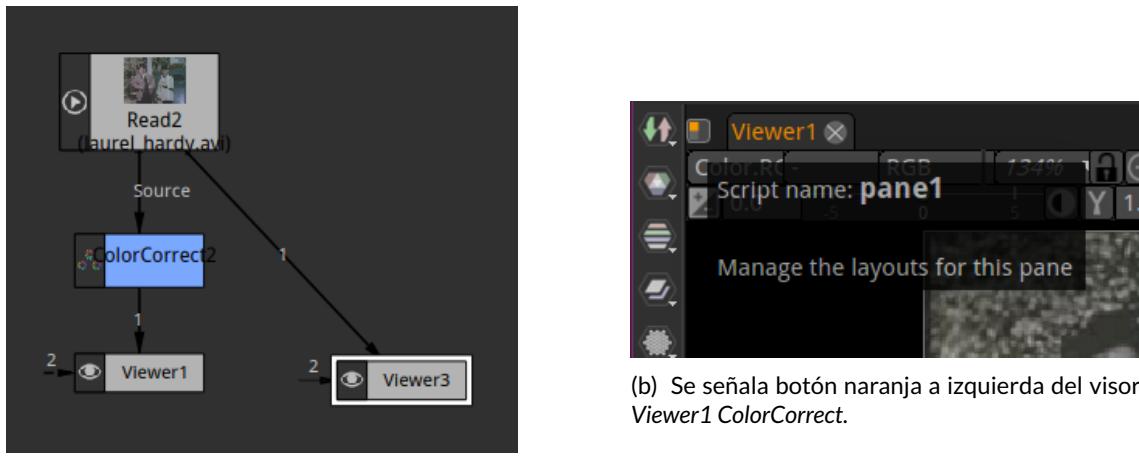


Figura 12

5. Se despliega un menú de opciones. *click* en la opción *Split Horizontal*, como muestra la figura 13. De esta forma ahora tenemos la vista central dividida en dos columnas.

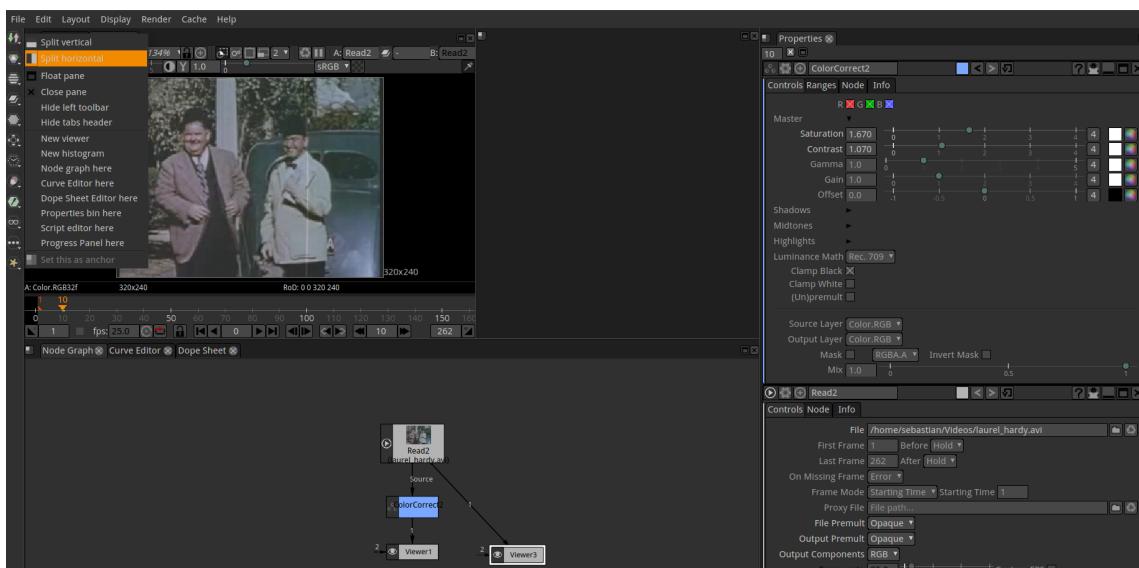


Figura 13: Seleccionar la opción *Split Horizontal* para dividir el visor principal en dos visores.

6. Arrastrar la pestaña del nodo **Viewer1** hacia el panel de la derecha.  
De esta forma en el panel central de la derecha visualizamos la versión corregida del video, y en el panel central izquierdo el video original, como se muestra en la figura 14.

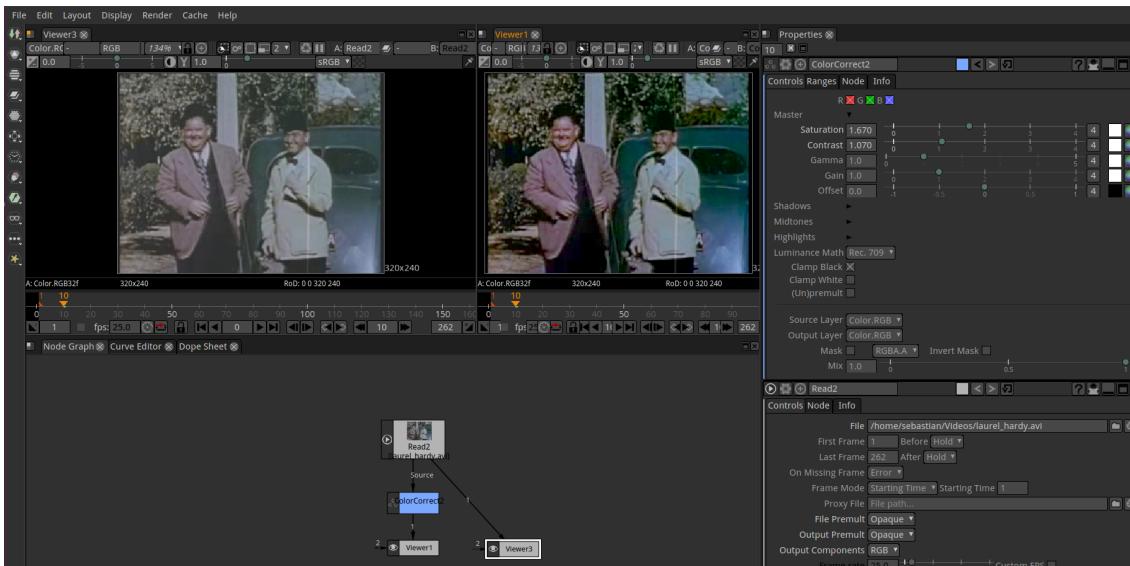
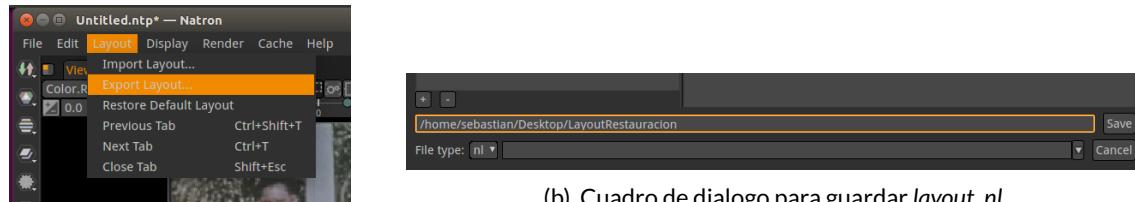


Figura 14: El espacio de trabajo ahora permite comparar la versión original con la versión restaurada.

### 3.6.1. Guardar y configurar Layout por defecto de trabajo

Para no repetir este proceso cada vez que iniciamos un nuevo proyecto, es posible exportar nuestra interfaz y trabajar con la interfaz modificada cada vez que se ejecuta Natron. Se deben seguir los siguientes pasos:

1. Click en la opción *Layout* del menú superior.
2. Click en la opción *Export Layout...*, como muestra la figura 15a.



(a) Opción *Layout >Export Layout.....*

(b) Cuadro de dialogo para guardar *layout .nl*.

Figura 15

3. Se despliega un navegador para exportar nuestra interfaz, como muestra la figura 15b. Elegir un nombre y hacer click en *Save*. Los archivos se guardan con extensión *.nl* (*Natron Layout*).
4. Click en *Edit* en el menú superior.
5. Click en *Preferences... . Ver figura 16.*

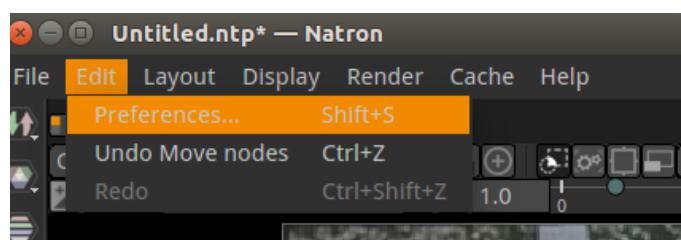


Figura 16: Opción *Edit >Preferences... .*

6. En el menú de preferencias hacer *click* en la opción *User Interface*.
7. En la opción *Default Layout* cargar el archivo exportado con extensión *.nl*.

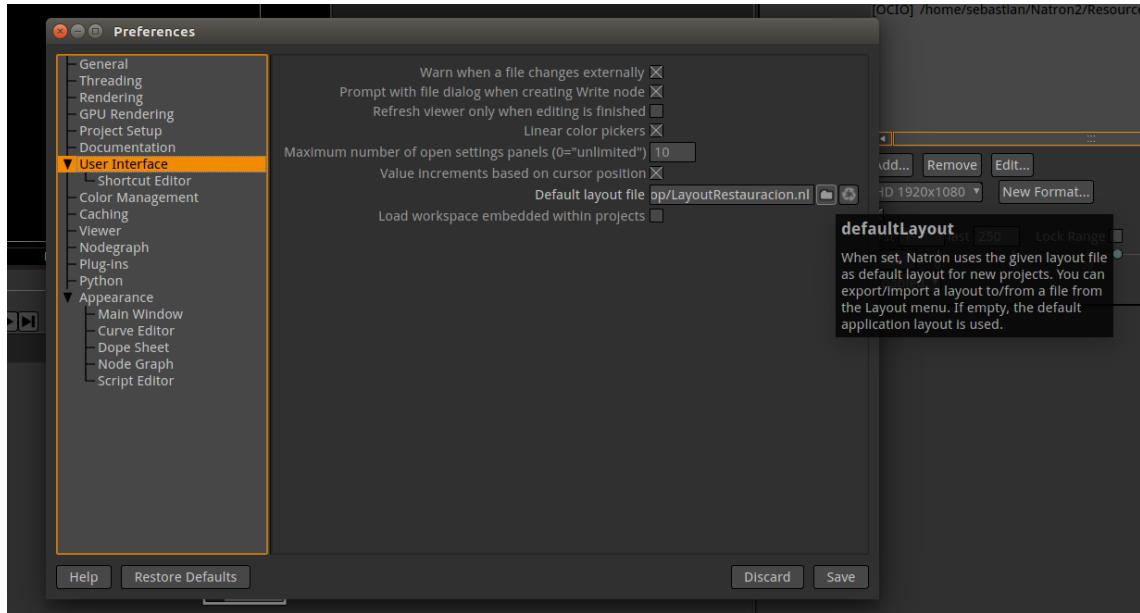


Figura 17: Menú de preferencias, sección *User Interface*.

De esta forma la próxima vez que se ejecute Natron, se cargará la vista central como dos columnas donde podremos monitorear diferentes nodos *Viewers* para guiar el proceso de restauración.

### 3.7. Cómo visualizar simultáneamente distintos fotogramas de un video

Durante la restauración de una película puede ser de interés comparar distintos fragmentos de la película de forma simultánea.

Esto se puede llevar a cabo mediante los siguientes pasos:

1. Se debe configurar la interfaz de trabajo para ver dos visores, como se explicó en la Sección [3.6](#).
2. Importar un video con un nodo *Read* y conectarlo a un nodo *Viewer1*, para visualizar su contenido.
3. Aplicar los efectos deseados al video. En el ejemplo utilizaremos un nodo *ColorCorrect*.
4. Crear un nuevo nodo *Viewer2*, que permita visualizar lo mismo que el *Viewer1*.
5. Crear un nodo *TimeOffset*.
6. Conectarlo entre el efecto y el *Viewer2*.
7. En el parámetro *Time Offset (Frames)* del nodo *TimeOffset* aplicar algún desfasaje temporal deseado. Puede ser útil utilizar el botón *scroll* del mouse para ir viendo los resultados en el visor.

Se debe ingresar un número negativo de fotogramas con el que se desplaza la película que visualiza el nodo *Viewer2*, como se muestra en la Figura [18](#).



Figura 18: Visualización de dos frames de un video en forma simultánea.

## 4. Restauración de video

En esta sección se presentan las herramientas desarrolladas en el proyecto PARP para llevar a cabo la restauración de imperfecciones específicos y comunes en películas deterioradas. Se crearon tres *plugins* de restauración:

- Detección de Cortes: Permite detectar los cortes entre planos de una película.
- Detección y restauración de *scratches*: Detecta y repara los rayones presentes en las digitalizaciones de películas deterioradas.
- Corrección de *flicker* de luminancia: Corrige fluctuaciones de luminancia no naturales presentes en películas deterioradas o mal digitalizadas.

### 4.1. Cómo utilizar el *plugin* de detección de cortes entre escenas

Detectar los cortes entre planos de una secuencia puede ser útil para aplicar efectos solo en ciertos planos. En el caso de la restauración de material analógico deteriorado, muchas veces los filtros de restauración se aplican a una escena entera con varios planos, o incluso a la totalidad de la película. Por eso esta herramienta permite al usuario ajustar un parámetro de sensibilidad en la detección de los cortes.

Se puede detectar los cortes de una película seleccionando un nodo *Read* con la secuencia completa, y creando un nodo *ShotCutDetection* en el grupo de nodos *Parp*, en la barra lateral.

El *plugin* ofrece dos formas de funcionamiento: *Semiautomatic detection of cuts* y *Load EDL*, que explicaremos a continuación.

#### 4.1.1. Detección semi-automática

Con la opción *Semiautomatic detection of cuts* se realiza una detección automática que es supervisada por el usuario.

1. Seleccionar el nodo *ShotCutDetection*
2. Hacer *click* en el botón *Analyze Sequence*. Se desplegará el avance en una barra de progreso.
3. Al finalizar, recorrer la línea de tiempo a lo largo de la secuencia y observar que valor de pico toma el parámetro SDA en el entorno de alguno de los cortes que nos interesa detectar. Esto permite fijar el parámetro umbral *Threshold*. E.g si en varios cortes de interés el parámetro SDA tiene valores más altos que 0,2, sería razonable fijar el parámetro *threshold* a 0,2.
4. Hacer *click* en *PARP* en el menú de herramientas superior
5. Hacer *click* en *Semiautomatic detection of cuts* (ver Fig.19a).

Se crearán en el grafo de nodos, varios nodos *FrameRanges* conectados a un nodo *Merge* y a un *Viewer*. Cada nodo *FrameRange* corresponde a un plano de la película detectado. De ahora en más se puede aplicar procesamiento diferenciando distintas secciones del video de acuerdo a los cortes detectados (ver Fig. 19b).



Figura 19

#### 4.1.2. Importar EDL (Edit Decision List)

Las listas estándar de edición en la industria son de tipo *EDL* o *Edit Decision List*. En primer lugar se debe tener o generar un archivo de este tipo, con al menos los siguientes campos: Número de Escena, Primer Fotograma, Último Fotograma. Un ejemplo de archivo válido para una secuencia de 70 fotogramas se presenta a continuación.

Listing 1: EDL.txt

```
Shotnumber FirstFrame LastFrame
```

```
1 1 10
2 11 25
3 26 70
```

Para importar el archivo y generar los nodos a partir del mismo, se debe hacer *click* en *Parp* en el menú de herramientas superior y luego hacer *click* en la opción *Load EDL*. Se abrirá una ventana para seleccionar un archivo, se selecciona el archivo deseado y con esto se crearán los nodos según la lista brindada.

#### 4.1.3. Resultados esperados

- La herramienta semi-automática de detección de cortes puede detectar falsos cortes si la secuencia contiene fluctuaciones de luminancia violentas. Se recomienda en estos casos ajustar el parámetro *Sensitivity* para evitar realizar estos cortes a la película.
- Se recomienda no generar demasiados nodos *FrameRange* en un mismo proyecto, ya que al sobrecargar el grafo de nodos el proyecto se vuelve poco fluido. En el caso de que fuera necesario se sugiere dividir el trabajo en varios proyectos donde se trabajan diferentes secciones de la película.

### 4.2. Cómo utilizar el plugin de detección y corrección de scratches

Para detectar y restaurar scratches se debe aplicar al nodo de video el plugin *RemoveScratches* bajo el grupo PARP en el menú lateral izquierdo. Ver la figura 20a.

Se puede aplicar a secuencias largas con cortes entre planos, ya que el algoritmo trabaja fotograma por fotograma, y es robusto a los cambios entre escenas.

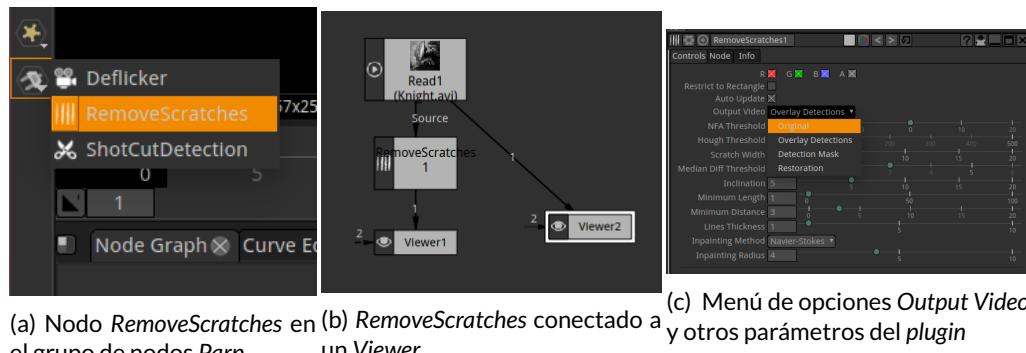


Figura 20

El plugin se conecta a un nodo *Read*, como en la Figura 20b, y se utiliza en dos instancias. En la primera instancia el usuario debe supervisar la detección adecuada de los scratches que se desean restaurar y en la segunda se restauran los scratches.

Para ello se utiliza el parámetro *Output Video*, en el cual se pueden seleccionar cuatro opciones, como se muestra en la Figura 20c:

- *Original*: Se muestra el video original.
- *Overlay Detection*: Se imprimen sobre el video y en color azul los *scratches* detectados.
- *Detection Mask*: Se imprimen únicamente las detecciones sobre fondo negro.
- *Restoration*: Se restauran los *scratches* detectados.

Por defecto el *plugin* utiliza la opción de salida *Overlay Detections*, para que el usuario comience ajustando la detección. Si bien el algoritmo funciona de forma automática, es posible mejorar los resultados ajustando los diferentes parámetros que se describen a continuación:

- *Scratch Width*: ancho del *scratch* en píxeles. Para gran parte de los videos es adecuado un valor de 5, sin embargo para resoluciones mayores a Full HD los *scratches* pueden tener anchos mayores. Este valor puede ajustarse entre 2 y 10.
- *Median Difference Threshold*: umbral para la diferencia entre el nivel de gris del píxel y su mediana horizontal. Existen casos en que este valor para un *scratch* puede estar por debajo del umbral en ciertos fotogramas, y esto genera inestabilidades temporales en los resultados. Este valor puede ajustarse para valores entre 1 y 6.
- *Hough Threshold*: umbral para las detecciones de la transformada de Hough. Este valor puede ajustarse para limitar la cantidad de detecciones, y recuperar falsos negativos. Es posible ajustarlo entre valores de 10 a 500.
- *Inclination*: inclinación máxima (en grados) considerada para los *scratches* con respecto a la dirección vertical. Este parámetro puede ajustarse para eliminar falsas detecciones con ángulos mayores al de los *scratches*. Se pueden utilizar valores entre 1 y 20 grados.
- *Minimum Length*: largo mínimo considerado para los *scratches*. Se fija automáticamente como la décima parte de la altura de la imagen, pero puede ser ajustado para obtener *scratches* con largos mínimos entre 2 y 500 píxeles.
- *NFA Threshold*: impone cota al número esperado de falsas alarmas bajo el modelo de fondo. Se fija en 0 pero puede ser ajustado por el usuario en Natron, para obtener mayor o menor número de detecciones, dependiendo si el interés es mejorar la precisión o el *recall* del algoritmo. Se modifica utilizando potencias de 10, con valores entre  $10^{-20}$  y  $10^{20}$ .
- *Minimum Distance*: distancia mínima aceptada entre las detecciones (en píxeles). Puede ajustarse para eliminar detecciones muy cercanas entre sí, con valores entre 0 y 20.
- *Line Thickness*: permite al usuario ensanchar o afinar el grosor de los segmentos detectados. Es útil en casos en que el perfil horizontal del *scratch* es irregular y para extender la región donde se realiza el *inpainting*. Se pueden ajustar entre 1 y 5 píxeles.
- *Restrict to Rectangle*: [Opcional] por defecto se encuentra desactivado. Al activarlo el usuario puede restringir el área en el que se realizan las detecciones, directamente en el visor de Natron. Esto es útil para *scratches* localizados, o cuando existen regiones de la imagen donde se generan falsos positivos.

Cuadro 1: Parámetros de entrada de usuario y sus valores por defecto para el *plugin RemoveScratches*. También existe el parámetro booleano de ventana ajustable, que por defecto está desactivado.

Parámetro	Scratch Width	Median Diff Thresh	Hough Thresh	Inclination	Min. Length	NFA Thresh	Min. Dist.	Line Thickness
Valor por defecto	5	3	90	10	$\frac{M}{10}$	1	3	1
Rango de variación	[2..10]	[2..6]	[10..500]	[1..20]	[2..500]	[ $10^{-20}$ .. $10^{20}$ ]	[0..20]	[1..10]

Ajustando estos parámetros es posible mejorar las detecciones a cada caso específico. Ver la Figura 21.



Figura 21: Parámetros por defecto del nodo *RemoveScratches*. Parámetro *Output Video* en *Detection Map*.

#### 4.2.1. Restauración de *scratches* mediante *video inpainting*

Por último para restaurar los *scratches* detectados se debe elegir en el parámetro *Output Video* la opción *Restoration*, como muestra la Figura 22. Se utilizan técnicas de *video inpainting* para llenar los *scratches* detectados.



Figura 22: *scratches* restaurados con el parámetro *Output Video* en *Restoration*

Para ajustar la restauración se utilizan los siguientes parámetros:

- *Inpainting Method*: permite elegir entre dos métodos para realizar *image inpainting*: *Navier-Stokes* o *Fast Marching Squares*. Por defecto se elige usar *Navier-Stokes* porque provee resultados más precisos, sin embargo puede generar mayores incoherencias temporales en las secuencias.
- *Inpainting Radius*: determina los píxeles en una vecindad circular a cada punto que será restaurado. Al aumentar el radio se consideran más píxeles vecinos para realizar la interpolación. Por defecto el valor es de 4 píxeles. Se puede ajustar para valores entre 1 y 20 píxeles.

#### 4.2.2. Ventana de procesamiento interactiva

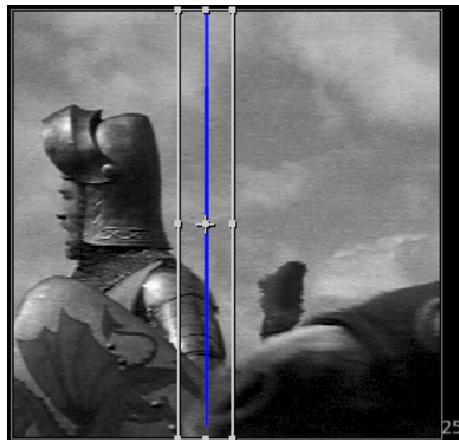


Figura 23: Ajuste de ventana de procesamiento

Otra herramienta útil durante la instancia de detección es la opción *Restrict to Rectangle*, que por defecto se encuentra habilitada, como se muestra en la figura 21. Esta opción permite al usuario ajustar una ventana interactiva dentro de la cual realizar las detecciones.

La ventana interactiva puede ajustarse directamente sobre el video, como muestra la figura 23, ó con los parámetros:

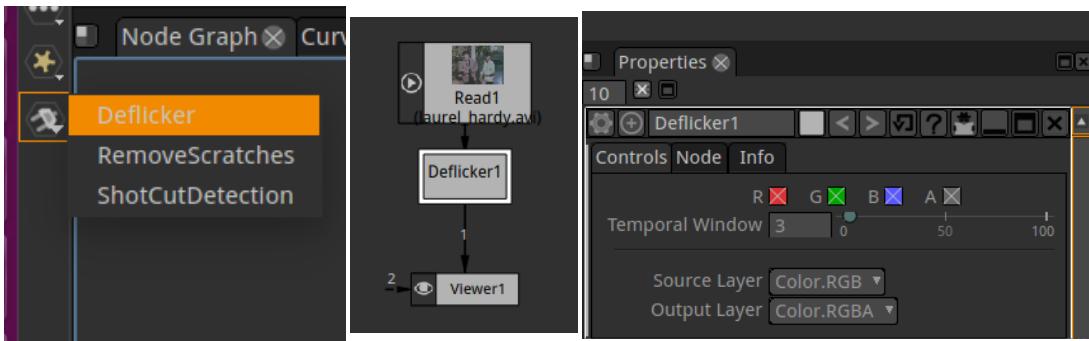
- *Bottom Left*: Posición de la esquina inferior izquierda.
- *Size w*: Ancho deseado en pixeles.

#### 4.2.3. Resultados esperados

- Es posible mediante el ajuste de parámetros detectar la gran mayoría de los *scratches* que aparecen en las secuencias.
- Si los parámetros se ajustan de manera demasiado permisiva, la herramienta podría confundir con *scratches* líneas o segmentos presentes en la textura natural de la imagen.
- Puede ocurrir que un mismo juego de parámetros no sea útil durante toda la duración de un plano. Es posible crear fotogramas claves en los parámetros para solucionar este problema. Ver documentación de Natron [2].
- La restauración de los *scratches* detectados se realiza mediante técnicas de *image inpaiting*, que pueden generar incoherencias temporales detectables en el resultado. Si bien el algoritmo puede no dar un resultado satisfactorio en regiones de la imagen con mucho detalle, funciona adecuadamente en zonas con texturas suaves y uniformes.

### 4.3. Cómo utilizar el plugin de *deflicker*

Para quitar el efecto de *flicker* de un video, se debe utilizar el nodo *Deflicker* que se encuentra bajo el grupo de nodos *Parp*, como muestra la Figura 24a.



(a) Nodo *Deflicker* en el grupo de nodos *Parp*. (b) *Deflicker* conectado a un *Viewer*. (c) Parámetro *Temporal Window* ajustado a 3 fotogramas.

Figura 24

El *plugin* se utiliza igual que la mayoría, se conecta a una entrada y una salida, como se muestra en la figura 24b.

Tiene un único parámetro, *Temporal Window*, que indica la cantidad de frames totales que tomará en cuenta el algoritmo para hacer el cálculo del histograma común. Ver la figura 24c. Cuanto mayor sea este parámetro, mejores resultados pero mayor tiempo de procesamiento. Es un entero que se setea con una barra deslizadora o se escribe en las opciones del parámetro. Se recomienda empezar con valores chicos (e.g 3 ó 5), e incrementarlo hasta que se deseé, observando cualitativamente los resultados de la restauración.

#### 4.3.1. Resultados esperados

- Para utilizar correctamente esta herramienta, se debe previamente realizar la detección de cortes entre planos.
- La herramienta *Deflicker* no soluciona problemas locales de *flicker*, sino que se aplica globalmente a toda la imagen.

### 4.4. Herramientas de restauración disponibles en Natron

Si bien Natron no es una aplicación de restauración estrictamente, cuenta con una serie de *plugins* útiles para restaurar determinados deterioros presentes en películas deterioradas. Se resumen a continuación dichas herramientas:

**Sharpen y reducción de ruido [6]** permite eliminar ruido y/o agregar nitidez (*sharpness*) a las imágenes, utilizando un método basado en *wavelets*, y con resultado eficiente dentro del estado del arte[1].

**Estabilización de imagen [8]** permite rastrear (“trackear”) uno o más puntos 2D y utilizarlos para estabilizar la imagen, en caso de que la imagen de entrada presente vibraciones de posición y rotación.

**Image Inpainting [11]** es un *plugin* en versión *beta* para realizar *image inpainting*. La implementación utiliza la librería abierta Clmg.

Este puede ser útil para remover manchas y roturas grandes en fotogramas particulares de una secuencia (ver Fig. 25). De todas formas, no se trata de un algoritmo automático para video. Para proveer la máscara donde se realiza el relleno se puede por ejemplo utilizar el nodo *Roto* [7] en Natron para dibujar diferentes figuras.



Figura 25: Proyecto de Natron donde se trabaja con la película de ejemplo. A la izquierda en el visor de Natron, el fotograma original. A la derecha, zoom de la imagen con una mancha restaurada mediante el plugin de *image inpainting* de Natron.

## 5. Exportación de video

1. Click en el grupo de nodos *Image* del menú lateral izquierdo, es el primer grupo de la barra lateral izquierda.
2. Click en la opción *Write*.
3. Se abrirá una ventana para seleccionar la extensión, ruta y nombre del archivo a crear. Completar estos campos y presionar aceptar. Ver la figura 26.
4. Conectar el nodo *Write* al nodo de salida que se quiera. Ver la figura 27.
5. En el panel de la derecha, luego de setear las opciones del nodo que se deseen, hacer click en el botón *Render*, dentro del cuadro con los parámetros del nodo *Write*. Se desplegará el avance de la exportación en una barra de progreso.

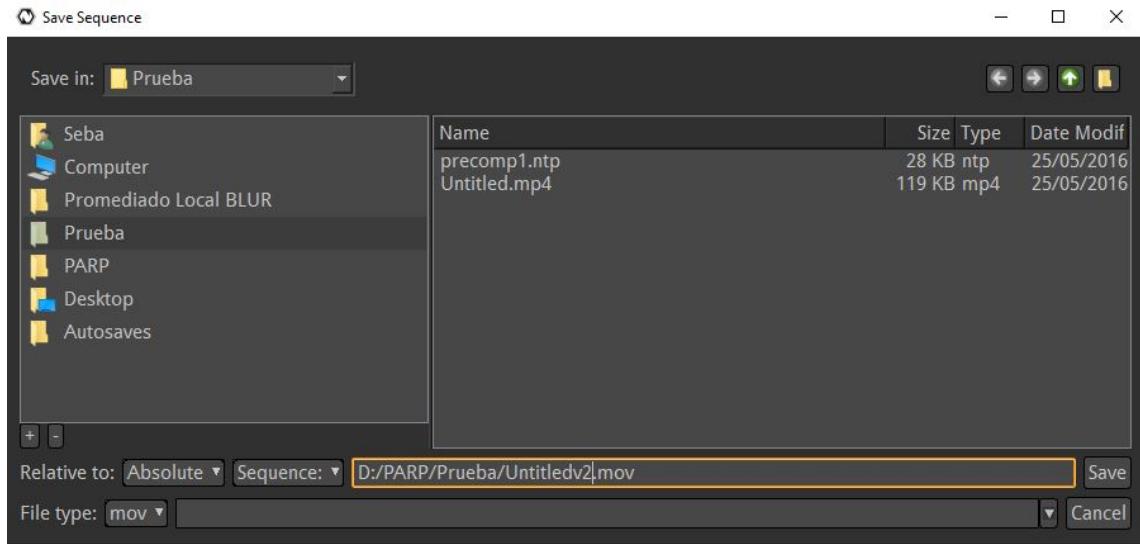


Figura 26: Cuadro de diálogo al exportar video con nodo Write.

En el ejemplo de la figura 27 se eligió formato de exportación Quicktime (extensión .mov), compresión Apple Pro Res 444.

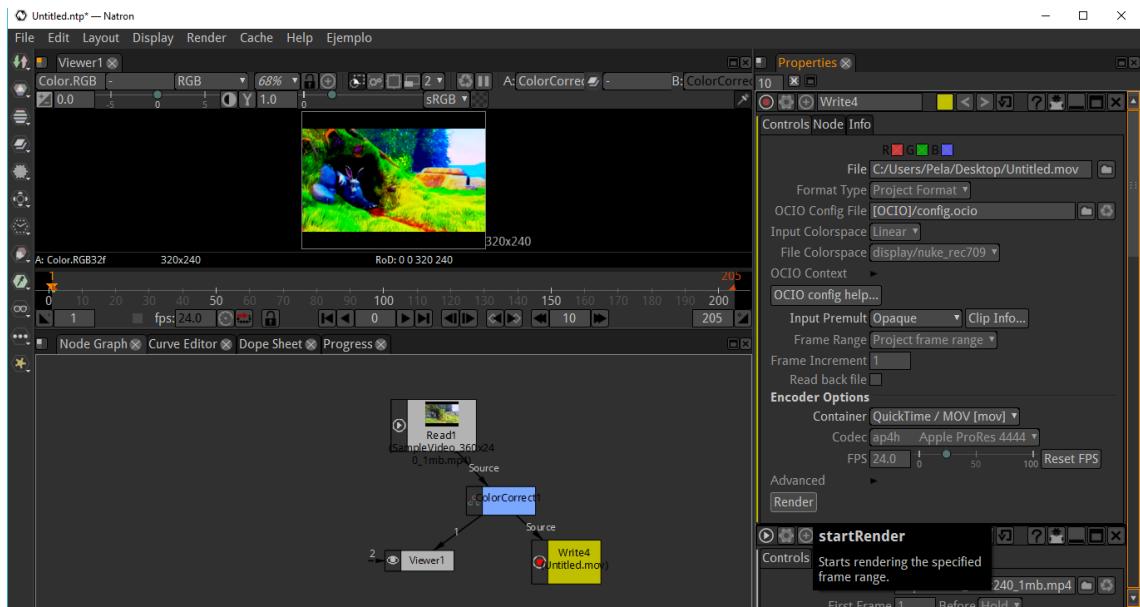


Figura 27: Exportación de video mediante nodo Write.

## Referencias

- [1] Denoise comparison, natron and neat v4. <https://www.youtube.com/watch?v=kC0bWy23b-k>.
- [2] Natron documentation v3.0. URL: <https://natron.readthedocs.io/en/master/>.
- [3] Natron. INRIA. URL: <http://natron.fr/>.
- [4] Udelar. Instituto de Computación (INCO). URL: <https://www.fing.edu.uy/inco/inicio>.
- [5] Udelar. Instituto de Ingeniería Eléctrica (Prof. Agustín Cisa). URL: <https://iie.fing.edu.uy/>.
- [6] Natron read the docs: Denoisesharpen node. <http://natron.readthedocs.io/en/master/plugins/net.sf.openfx.DenoiseSharpen.html>.
- [7] Natron read the docs: Roto node. <http://natron.readthedocs.io/en/master/plugins/fr.inria.built-in.Roto.html>.
- [8] Natron read the docs: Tracker node. <http://natron.readthedocs.io/en/master/plugins/fr.inria.built-in.Tracker.html>.
- [9] The Foundry Nuke. URL: <https://www.thefoundry.co.uk/products/non-commercial/nuke-non-commercial/>.
- [10] Natron Tutorial Primeros Pasos. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=TUGkvRdlGTU>.
- [11] utilizando la librería Cimg *Plugin* de de inpainting para Natron. Función *CimgInpaint*, 2017. <https://github.com/devernay/openfx-misc/tree/master/CImg/Inpaint>.
- [12] Natron Interface Overview Tutorial. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=dGA09\\_qzuqk](https://www.youtube.com/watch?v=dGA09_qzuqk).
- [13] Natron tutorials. URL: <https://forum.natron.fr/c/tutorials>.
- [14] Natron user guide. URL: <https://natron.readthedocs.io/en/master/guide/index.html#user-guide>.