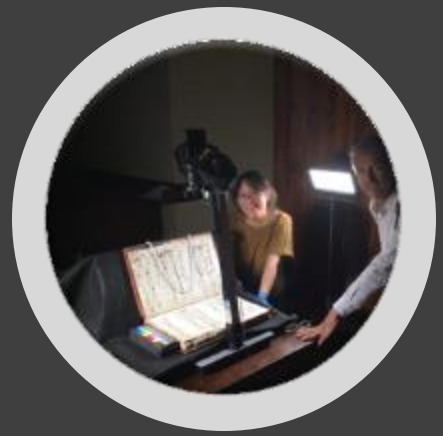
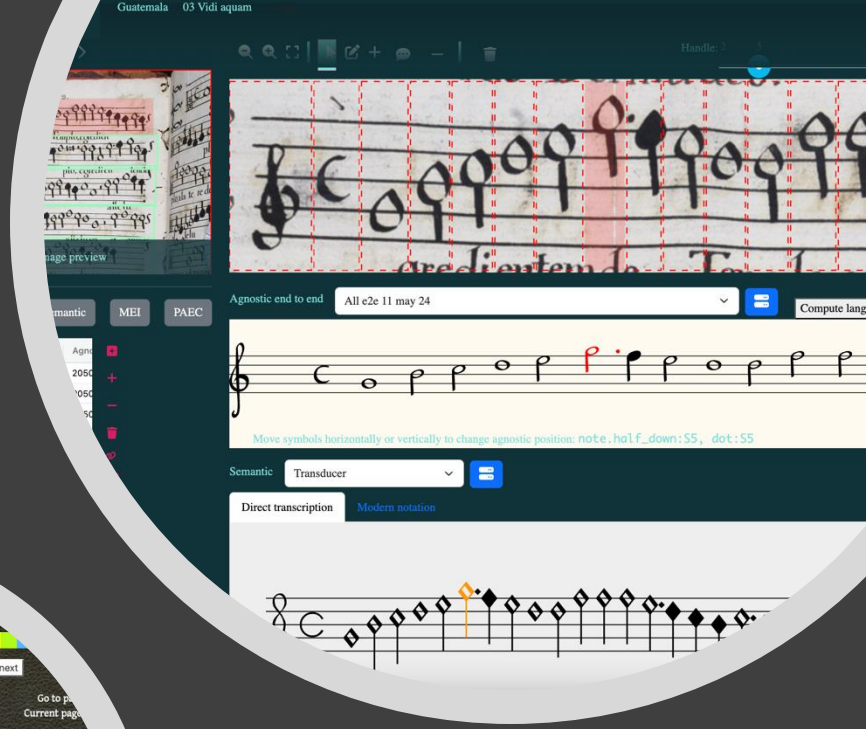
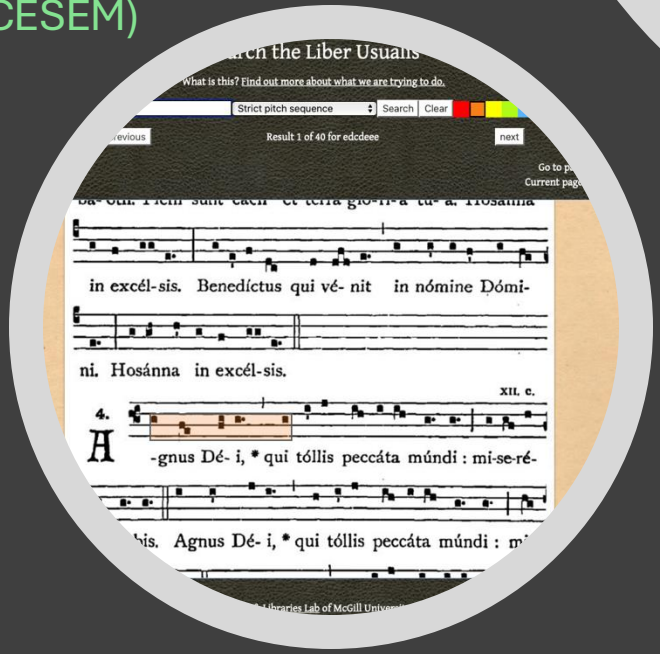
Musicología digital:
Trabajando en la intersección entre musicología y tecnología

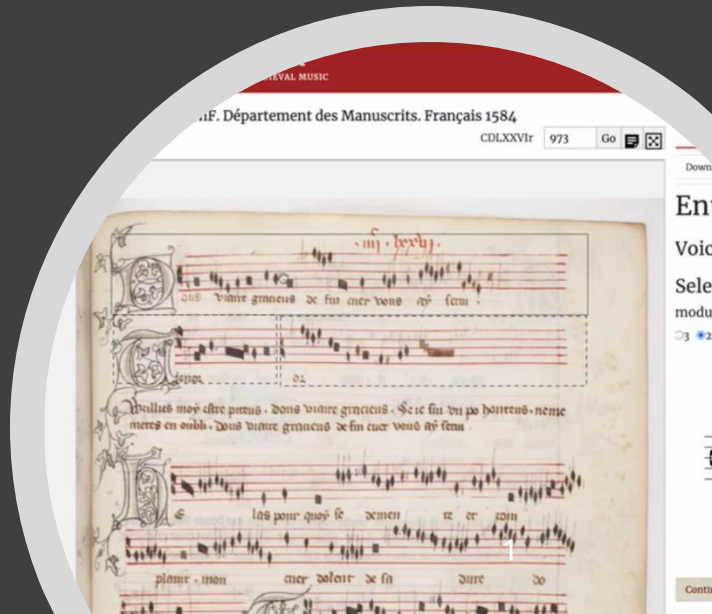


Martha E. Thomae Elías
Dra. tecnología musical (McGill University)
Centro de Estudos de Sociologia e Estética Musica (CESEM)
Universidade NOVA de Lisboa

Institut d'Estudis Catalans
25 de Febrero del 2025







Objetivo

- Compartir mi experiencia trabajando en la intersección de los campos de **musicología** y **tecnología**
- Explorar cómo estas tecnologías transforman el estudio y preservación del repertorio de música antigua
  - Canto llano
    - Notación neumática
    - Notación cuadrada
  - Polifonía (período de transición entre el Ars antiqua y Ars nova, el Renacimiento)
    - Notación mensural (negra y blanca)

Enforcar en tres experiencias

- Asistente de investigación en el proyecto **Single Interface for Music Score Searching and Analysis** (**SIMSSA**) en el laboratorio de investigación **Distributed Digital Music Archives and Libraries** (**DDMAL**, McGill University) **PI:** Ichiro Fujinaga
- Mi propia investigación de doctorado: digitalización y codificación de los libros de polifonía de la Catedral de Guatemala
- Experiencia postdoctoral para el proyecto **Echoes from the Past: Unveiling a Lost Soundscape with Digital Analysis** (Universidade NOVA de Lisboa) **PI:** Elsa De Luca

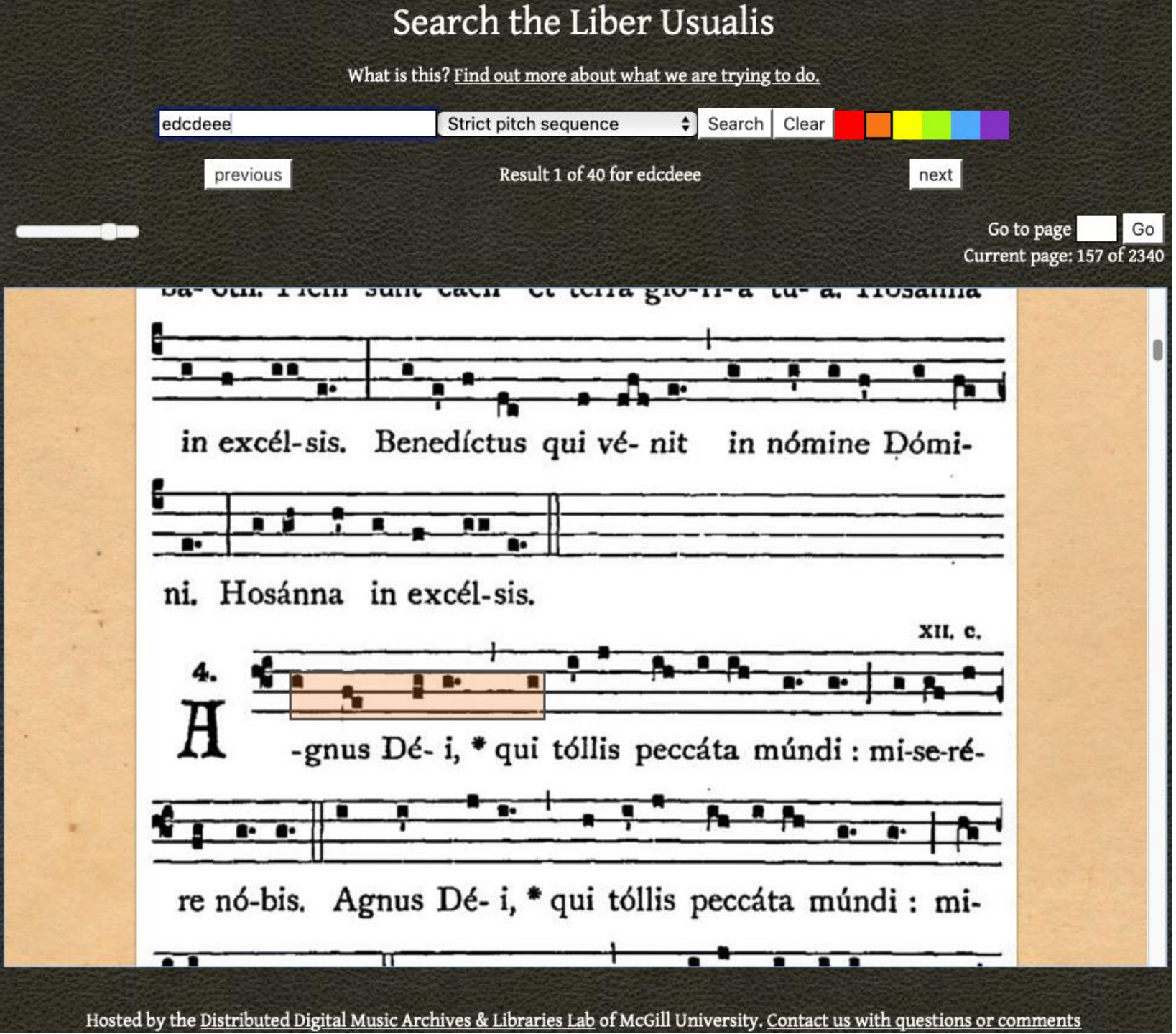
Experiencia trabajando en el **SIMSSA Project** en el **DDMAL Lab** (Universidad de McGill)

SIMSSA Project

"Single Interface for Music Score Searching and Analysis"

- Proyecto financiado por el Social Sciences and Humanities Research Council (SSHRC) de Canadá
- Una interface que permita la búsqueda de piezas por su contenido musical (Google Books para música)
  - OCR = Optical Character Recognition
- Tecnologías de reconocimiento óptico de caracteres musicales (OMR = Optical Music Recognition)
- Enfoque: notación antigua (no está protegida por derechos de autor)

https://simssa.ca



Ejemplo: Liber usualis

https://liber.simssa.ca/

Search the Liber Usualis

What is this? Find out more about what we are trying to do.

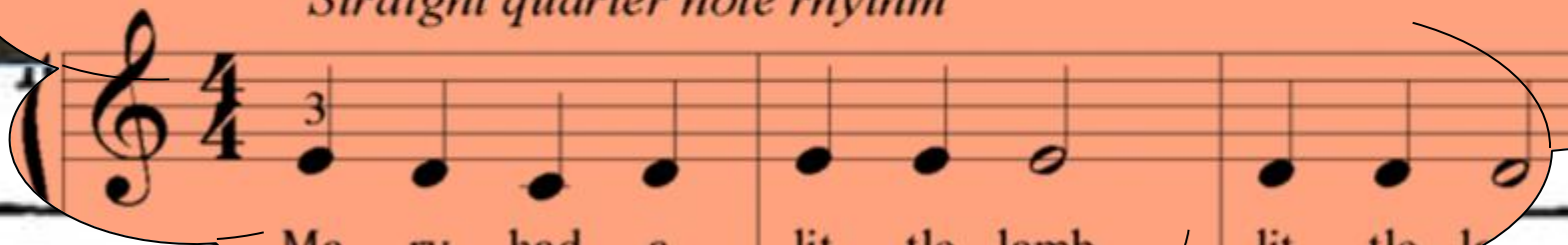
edcdeee | Strict pitch sequence | Search | Clear

previous

Mary Had a Little Lamb

Tradit

Straight quarter note rhythm



in excél-sis. Benedíctus qui vé- nit in nómine

in excél-sis. Benedíctus qui vé- nit in nómine D

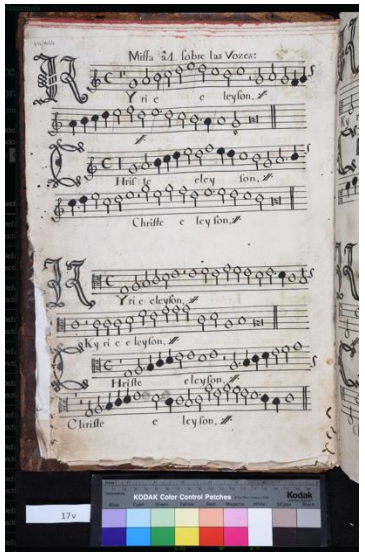
ni. Hosánna in excél-sis.

4.

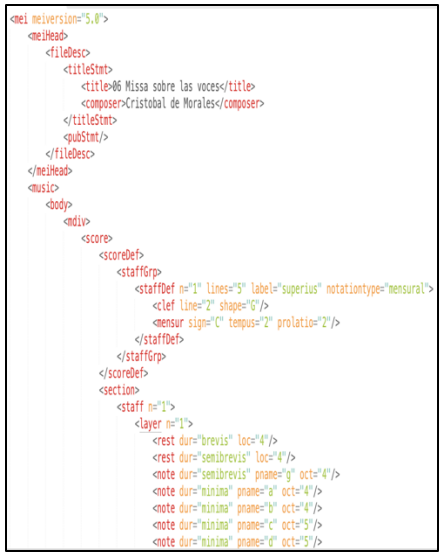
A -gnus Dé- i, * qui tóllis peccáta múndi : m

Reconocimiento óptico en música

- O**M**R = Optical **Music** Recognition
- O**C**R = Optical **Character** Recognition
  → Se utiliza en **textos** digitales
- El OMR se usa en documentos de música digitales

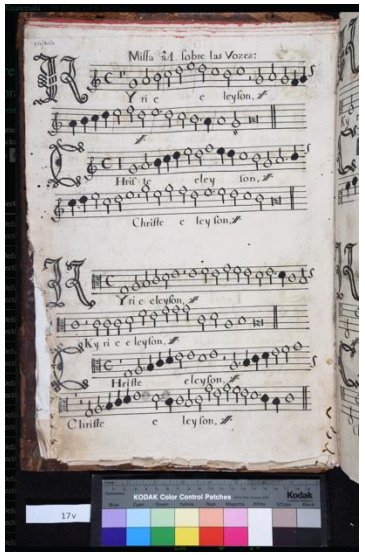


Optical Music Recognition

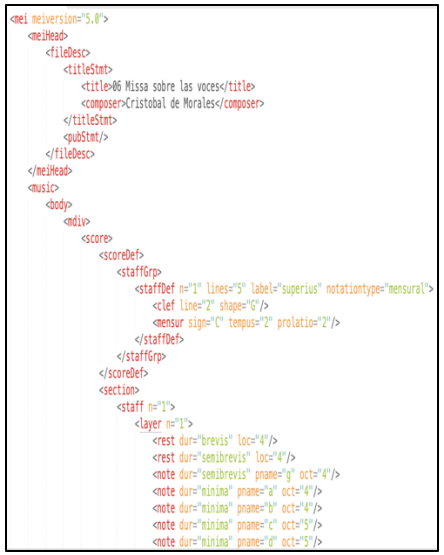


Reconocimiento óptico en música

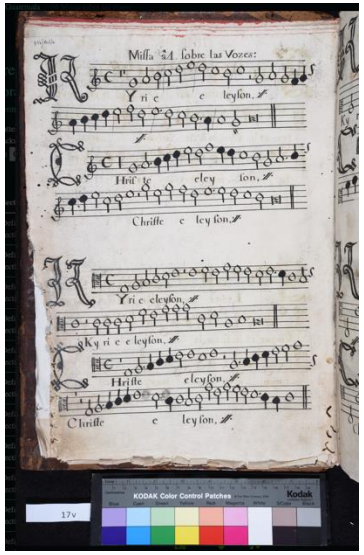
- **Entrada**: Imágenes digitales de documentos musicales
- **Salida**: Representación simbólica
  - Legible por el ordenador
- **Formatos simbólicos**: MIDI, MusicXML, MEI
- **MEI**: notación antigua, conexión con facsimiles



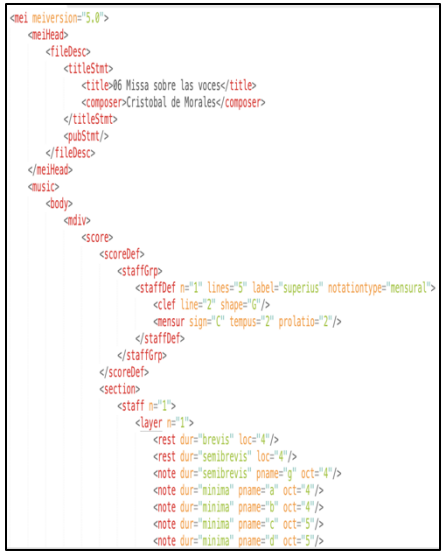
Optical Music Recognition



Reconocimiento óptico en música

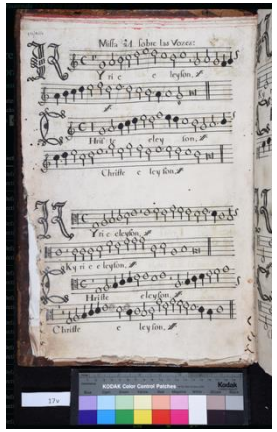


Optical Music Recognition



- Es un proceso de varios pasos

Reconocimiento óptico en música

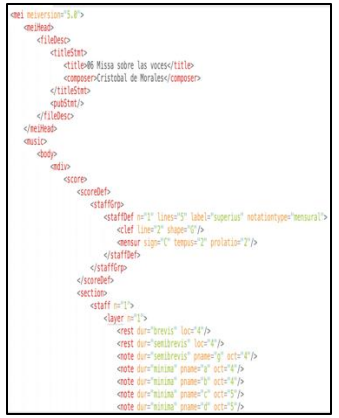


División del documento en regiones o capas (Preprocesamiento)

Reconocimiento de símbolos

Ensamblaje de la notación

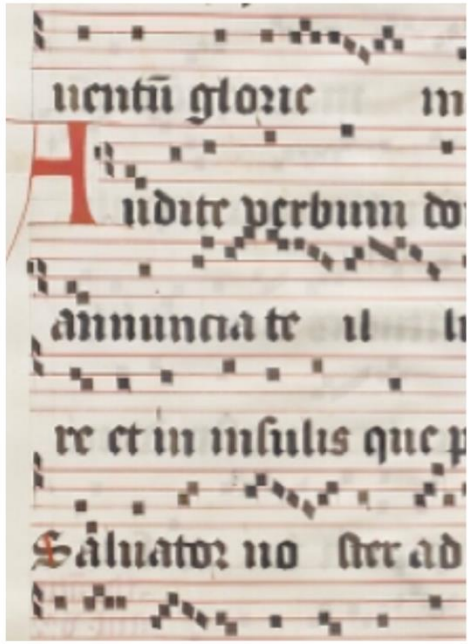
Codificación en **formato estándar**



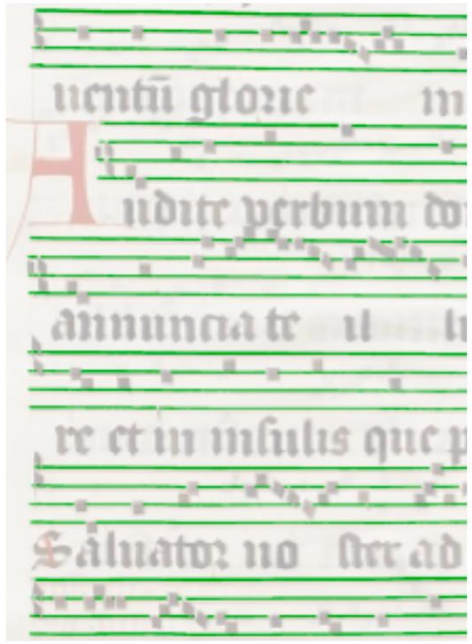
1. Preprocesamiento

División del documento en regiones o capas
(para su posterior procesamiento)

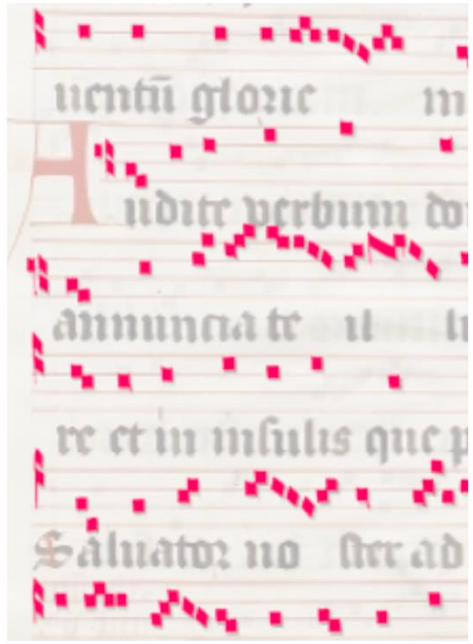
Actual



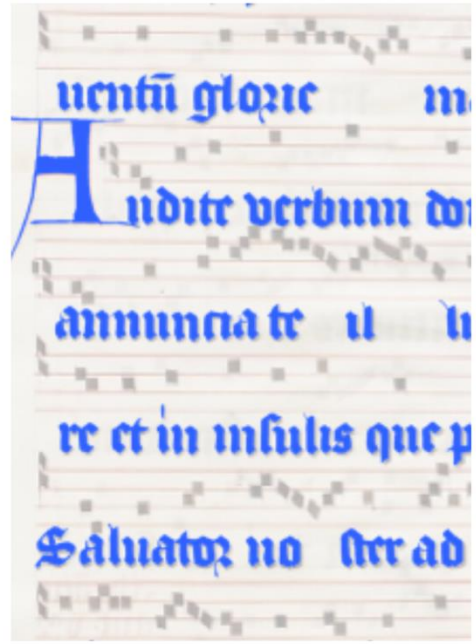
Staff



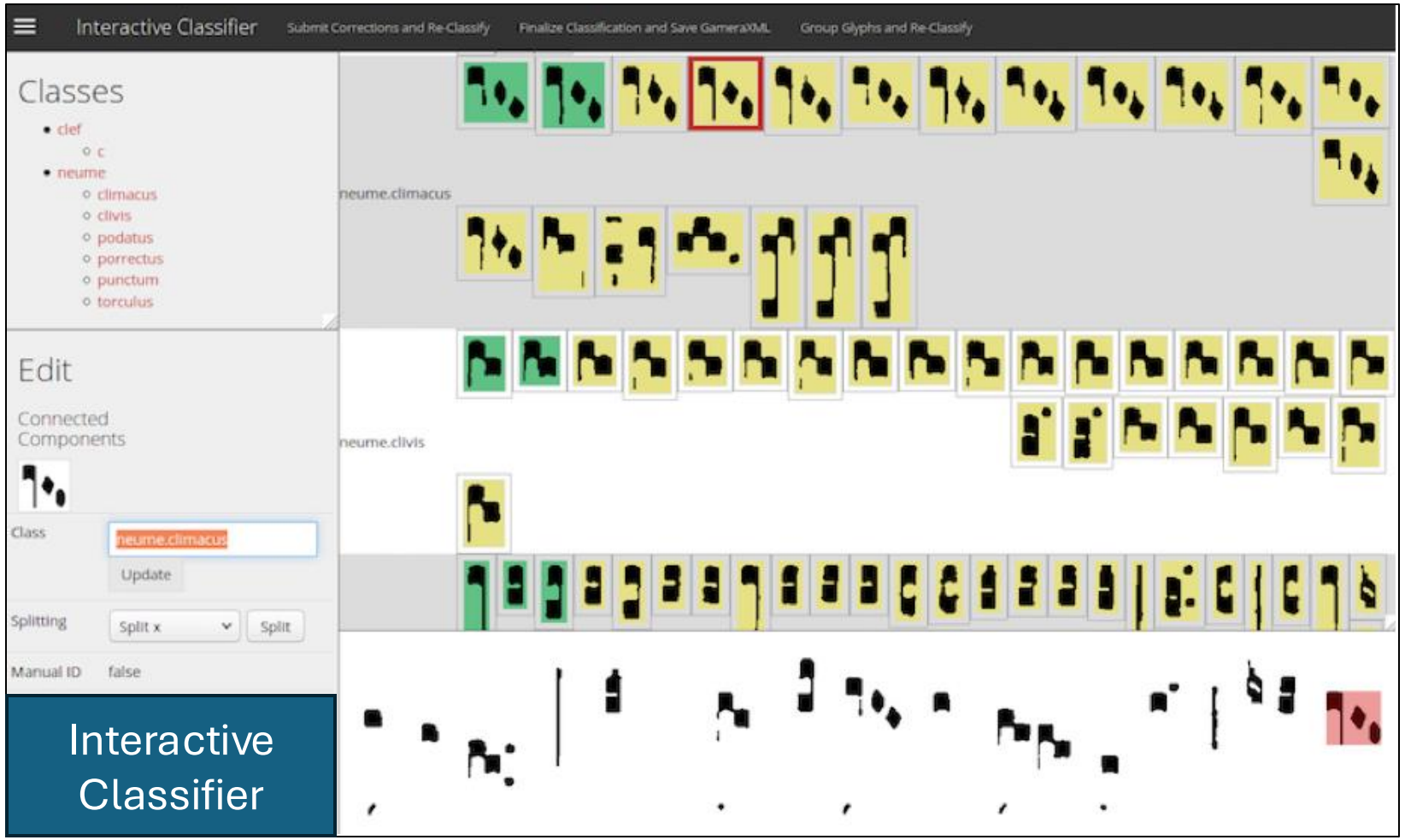
Note



Text



2. Reconocimiento de los símbolos

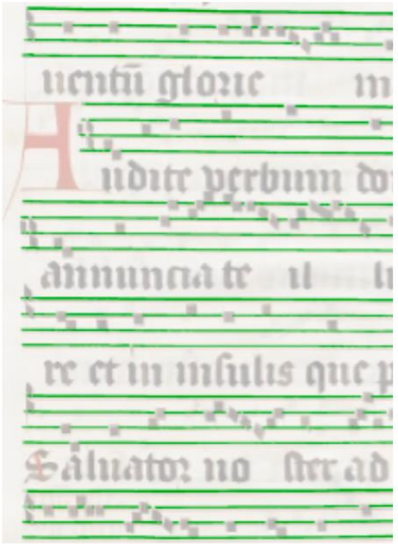


3. Ensamblaje de la notación

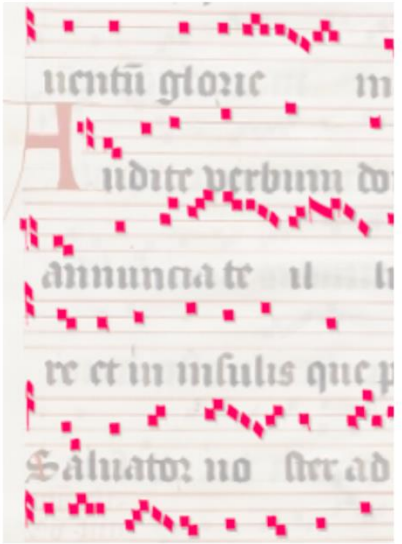
Combinación de la información para reconstruir la notación (el significado) musical

- Interpretación de la nota musical (símbolo + posición en pentagrama + clave)
- Asignación de las sílabas del texto a los grupos de notas

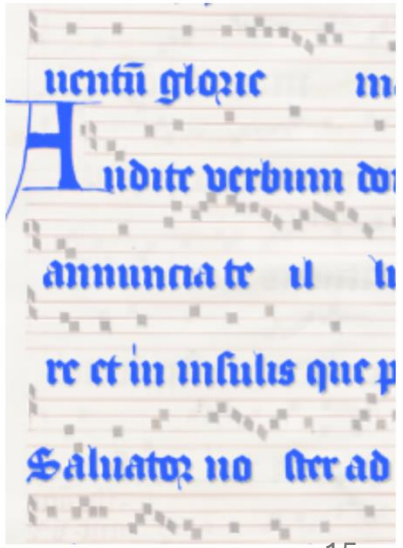
Staff



Note



Text

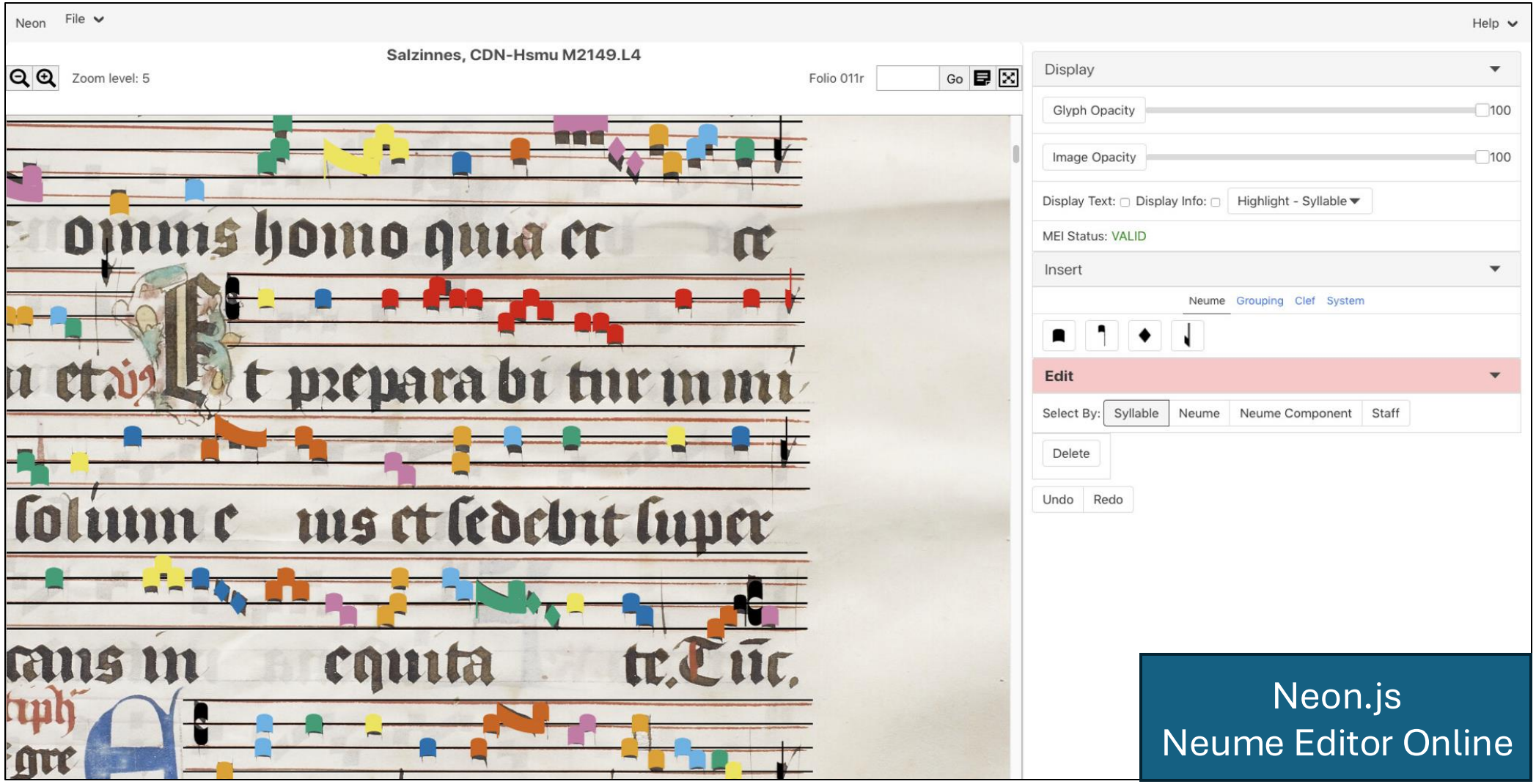


4. Codificación en un formato estándar

```
<section xml:id="section-0000001229415468">
    <measure xml:id="measure-L6" n="1">
        <staff xml:id="staff-L6F2N1" n="1">
            <layer xml:id="layer-L6F2N1" n="1">
                <rest xml:id="rest-L7F2" dur="2" fermata="above" />
                <note xml:id="note-L11F2" dur="2" oct="4" pname="g" accid.ges="n" />
            </layer>
        </staff>
        <staff xml:id="staff-L6F1N1" n="2">
            <layer xml:id="layer-L6F1N1" n="1">
                <note xml:id="note-L7F1" dots="1" dur="4" oct="3" pname="c" accid.ges="n" />
                <tuplet xml:id="tuplet-L8F1-L10F1" num="3" numbase="2" num.format="count">
                    <beam xml:id="beam-L8F1-L10F1">
                        <note xml:id="note-L8F1" dur="16" oct="3" pname="d" accid="s" />
                        <note xml:id="note-L9F1" dur="16" oct="3" pname="e" accid="ff" />
                        <note xml:id="note-L10F1" dur="16" oct="3" pname="f" accid="x" />
                    </beam>
                </tuplet>
                <note xml:id="note-L11F1" dur="4" oct="3" pname="a" accid.ges="n" />
                <note xml:id="note-L12F1" dur="4" oct="3" pname="a" accid.ges="n" />
            </layer>
        </staff>
        <fermata xml:id="fermata-L10F1" staff="2" startid="#note-L10F1" place="above" />
        <tie xml:id="tie-L11F1-L12F1" startid="#note-L11F1" endid="#note-L12F1" />
        <slur xml:id="slur-L11F2-L16F3N1" staff="1" startid="#note-L11F2" endid="#note-L16F3" />
        <tie xml:id="tie-L12F1-L15F1" startid="#note-L12F1" endid="#note-L15F1" />
    </measure>
    <measure xml:id="measure-L13" n="2">
        <staff xml:id="staff-L13F2N1" n="1">
            <layer xml:id="layer-L13F2N1" n="1">
                <note xml:id="note-L15F3" dur="2" oct="4" pname="b" accid.ges="n" />
                <note xml:id="note-L16F3" dur="2" oct="5" pname="d" accid.ges="n" />
            </layer>
        </staff>
        <staff xml:id="staff-L13F1N1" n="2">
            <layer xml:id="layer-L13F1N1" n="1">
                <note xml:id="note-L15F1" dur="1" oct="3" pname="a" accid.ges="n" />
            </layer>
            <layer xml:id="layer-L15F2N2" n="2">
                <note xml:id="note-L15F2" dur="2" oct="2" pname="b" accid.ges="n" />
                <note xml:id="note-L16F2" dur="2" oct="2" pname="a" accid.ges="n" />
            </layer>
        </staff>
        <fermata xml:id="fermata-L16F3" staff="1" startid="#note-L16F3" place="above" />
    </measure>
    <measure xml:id="measure-L18" right="end" n="3">
        <staff xml:id="staff-L18F2N1" n="1">
            <layer xml:id="layer-L18F2N1" n="1">
                <note xml:id="note-L19F2" dur="4" oct="5" pname="c" accid.ges="n">
                    <artic xml:id="artic-L19F2" artic="marc" />
                </note>
                <note xml:id="note-L20F2" dur="4" oct="5" pname="d" accid.ges="n">
```

- Exportar la música a un formato estándar de codificación musical (e.g., MEI)
- En ocasiones, se han desarrollado interfaces para corregir el MEI con mayor facilidad

4. Codificación en un formato estándar



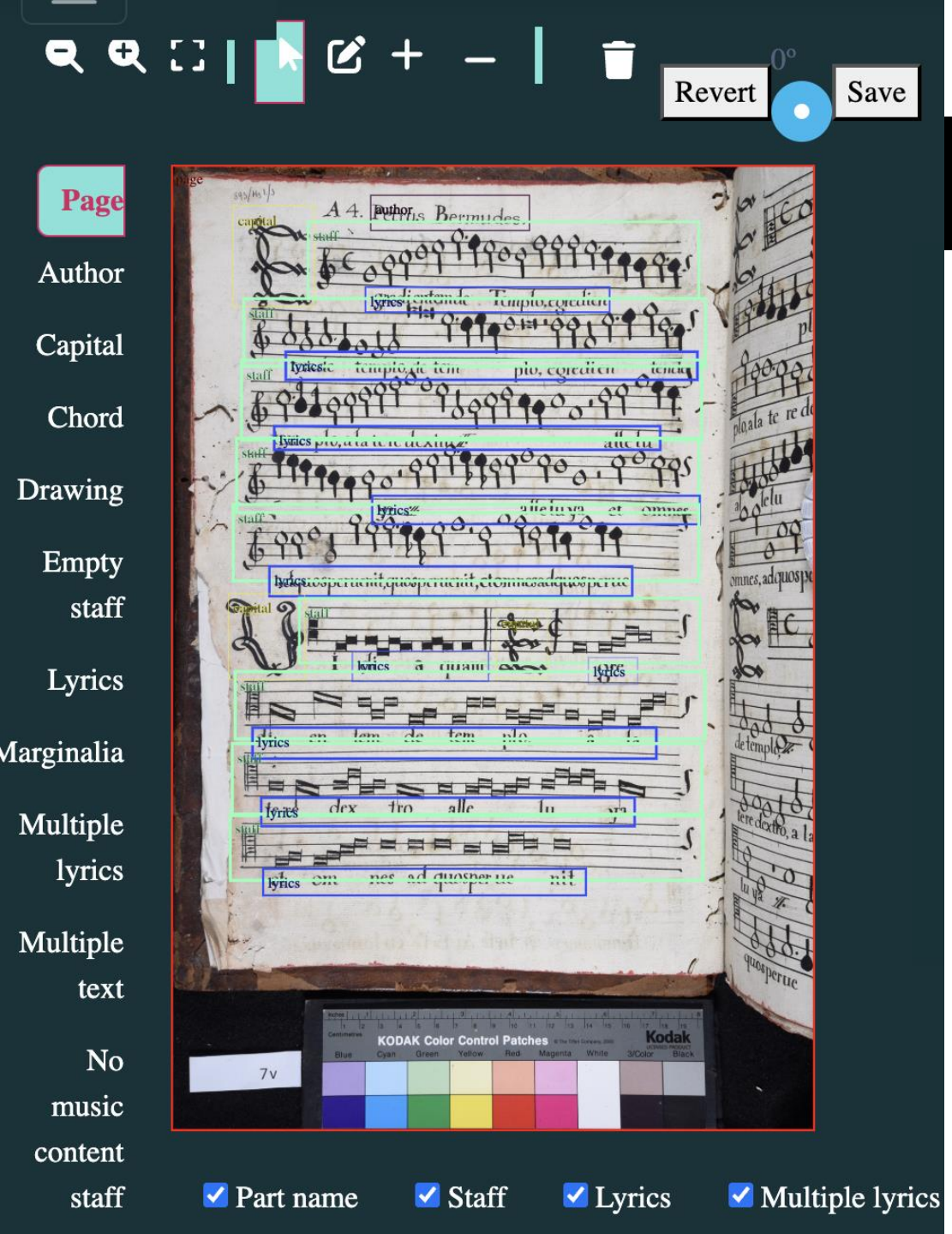
Neon.js
Neume Editor Online

Ejemplo en otro sistema de OMR

MuRET = Music Recognition Encoding and Transcription

Desarrollado en la **Universidad de Alicante**

Principalmente por **David Rizo Valero**



1. Preprocesamiento

División del documento en regiones o capas (para su posterior procesamiento)

Revert

Save

Page

Author

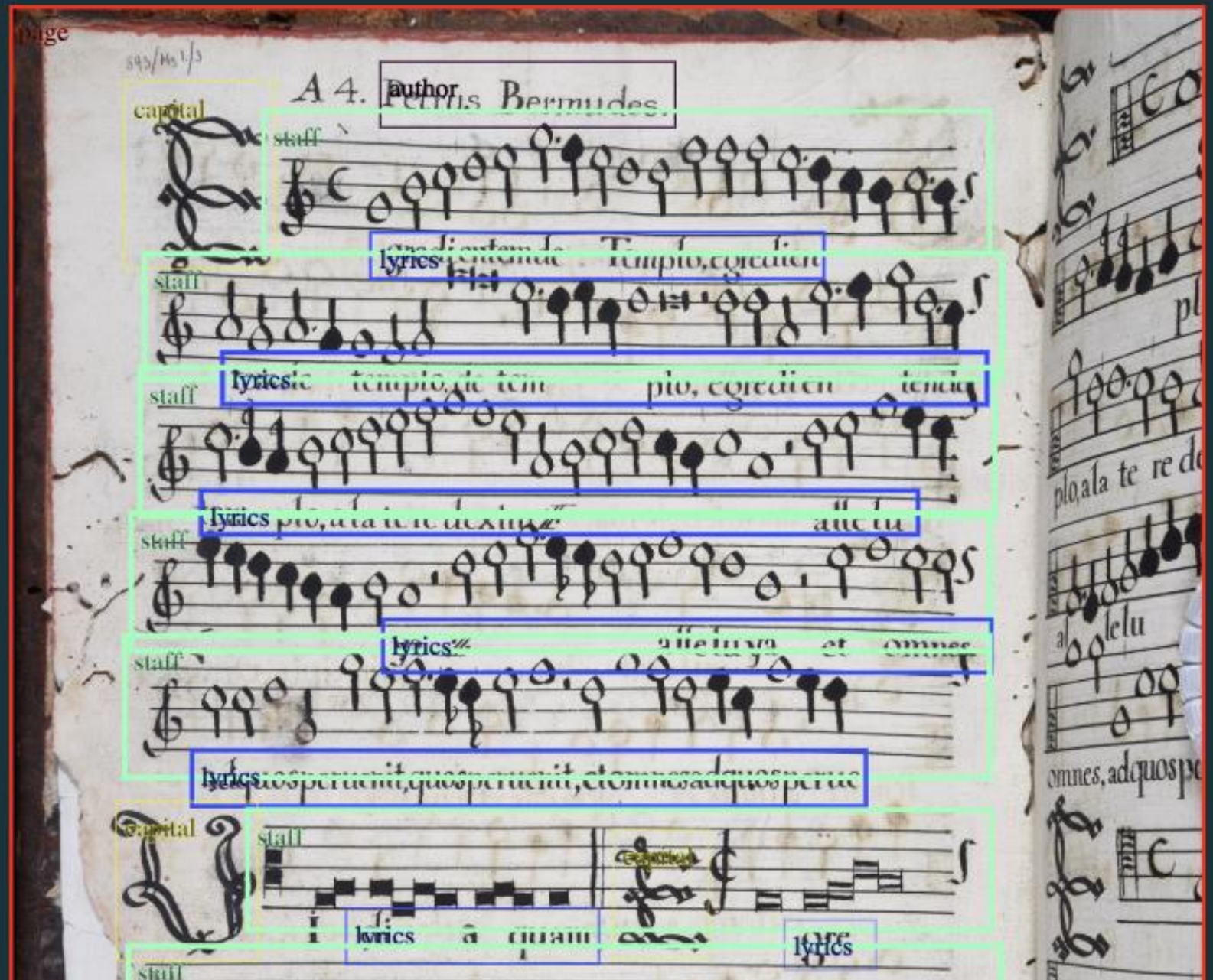
Capital

Chord

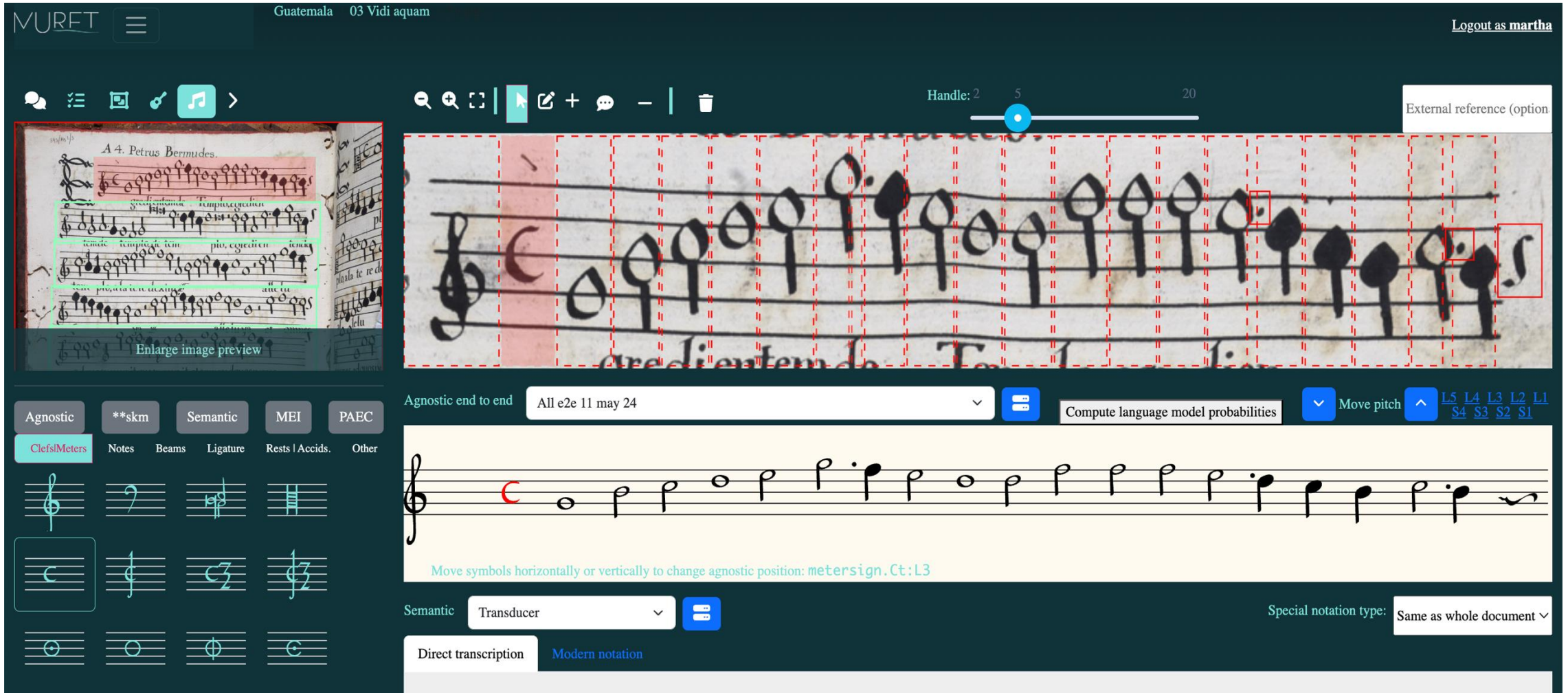
Drawing

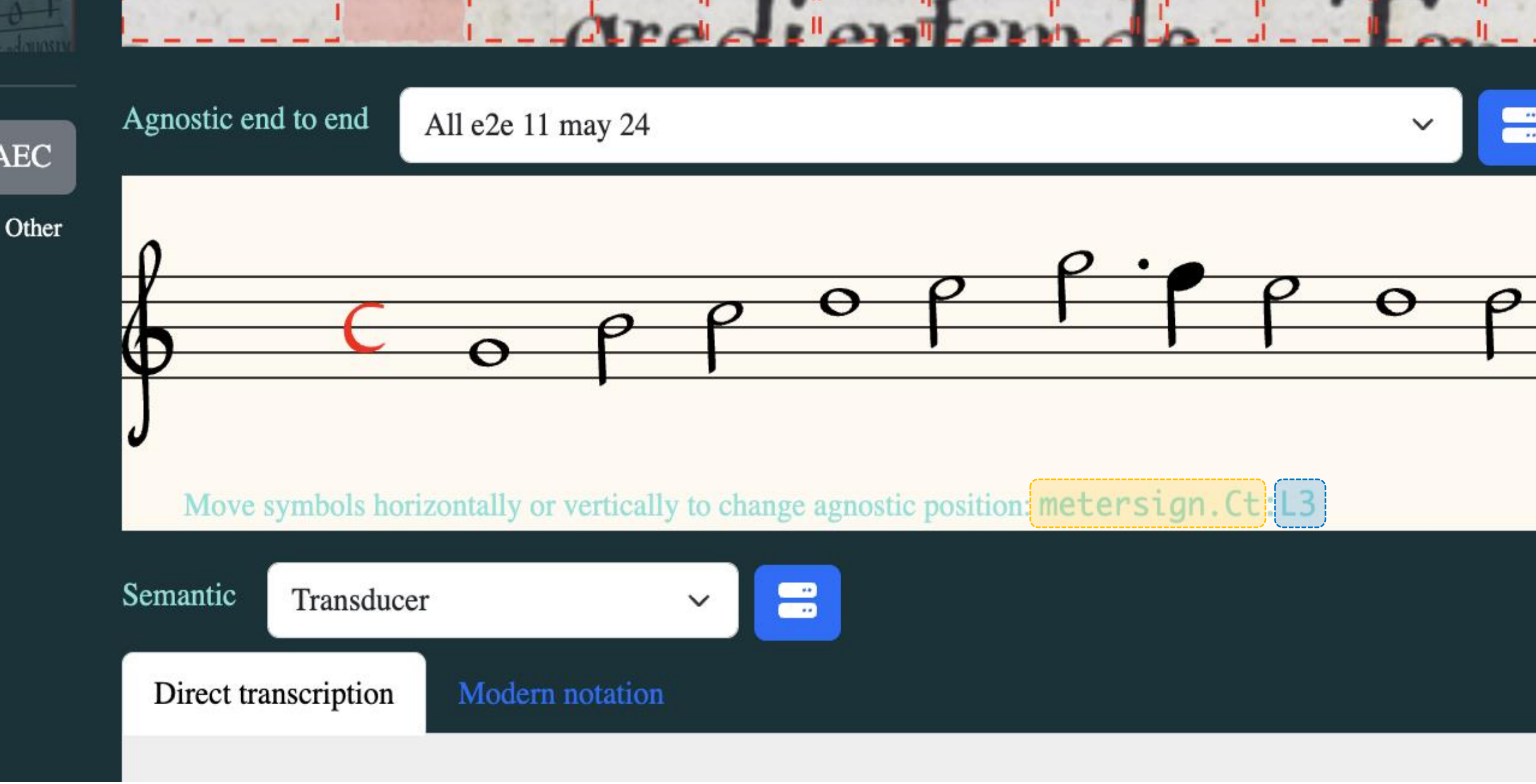
Empty staff

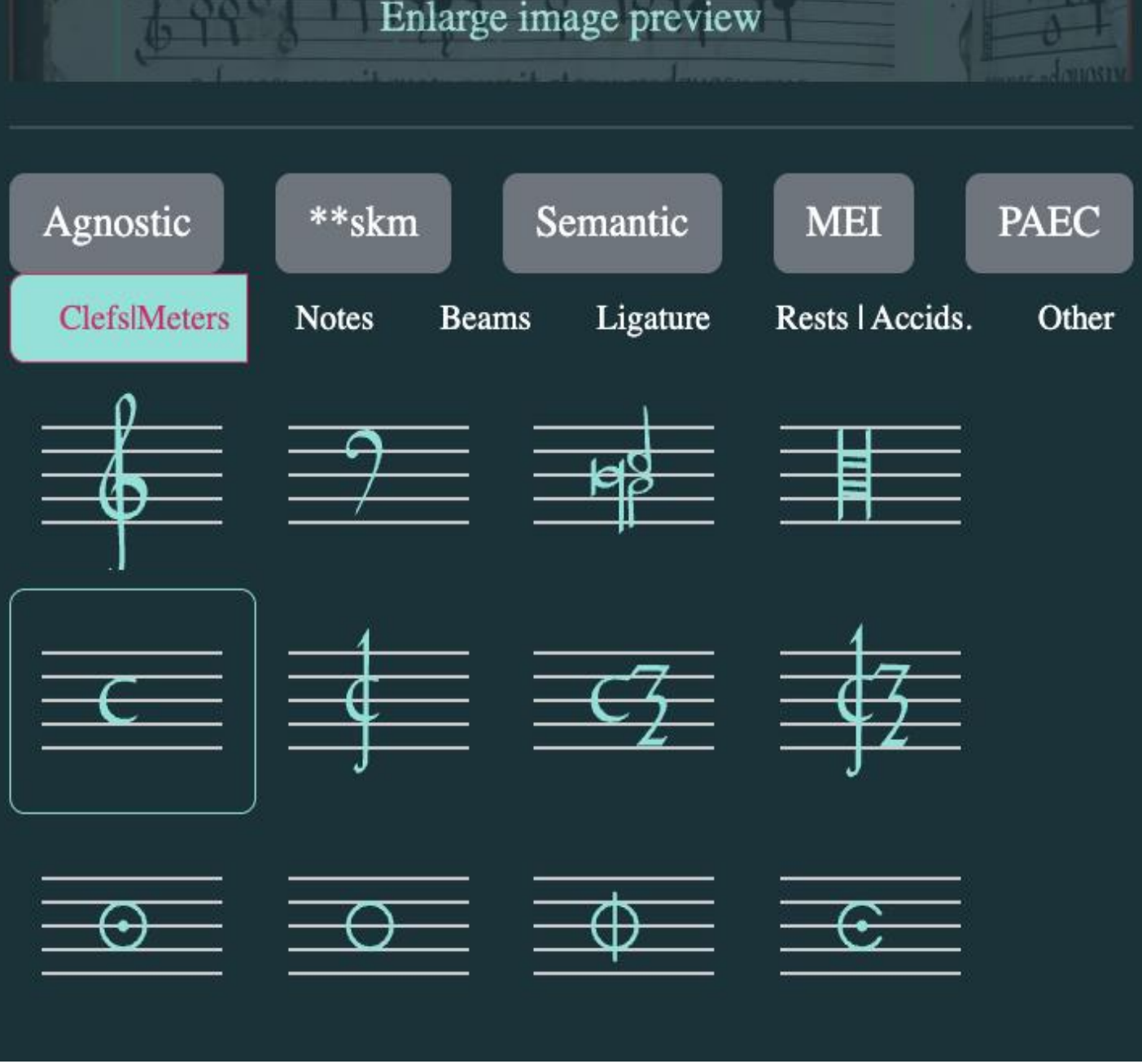
Lyrics

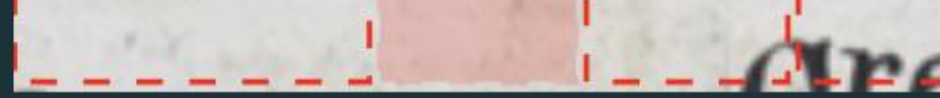


2. Reconocimiento de los símbolos



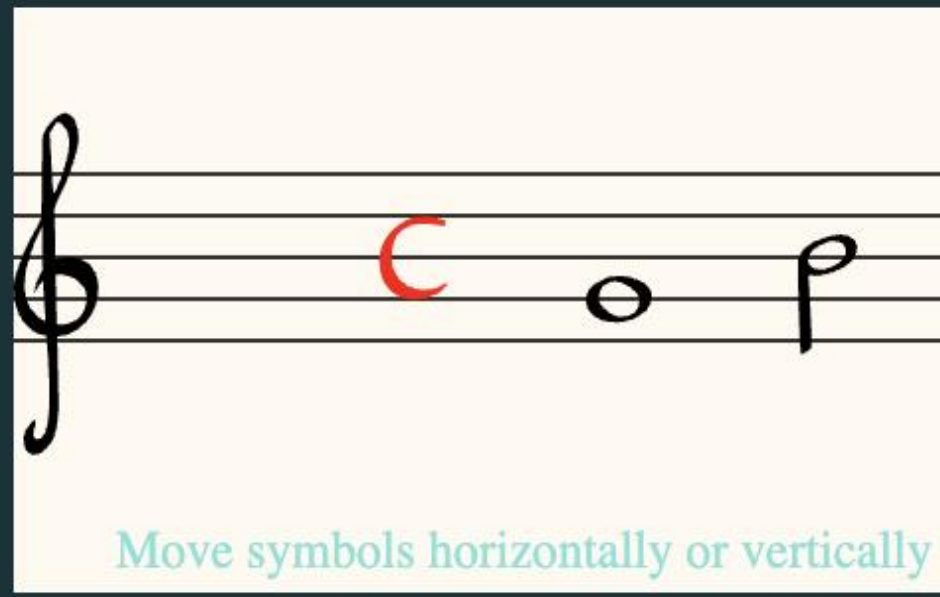

AEC
Other
Agnostic end to end
All e2e 11 may 24
Move symbols horizontally or vertically to change agnostic position
metersign.Ct
L3
Semantic
Transducer
Direct transcription
Modern notation





Agnostic end to end

All e2e 11 may 24

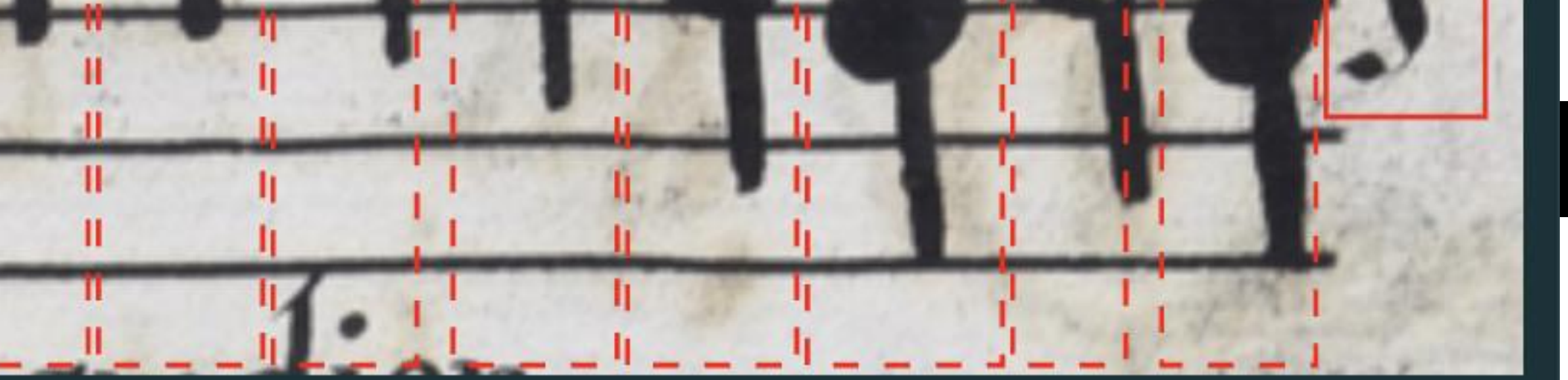


Semantic

Transducer

Direct transcription

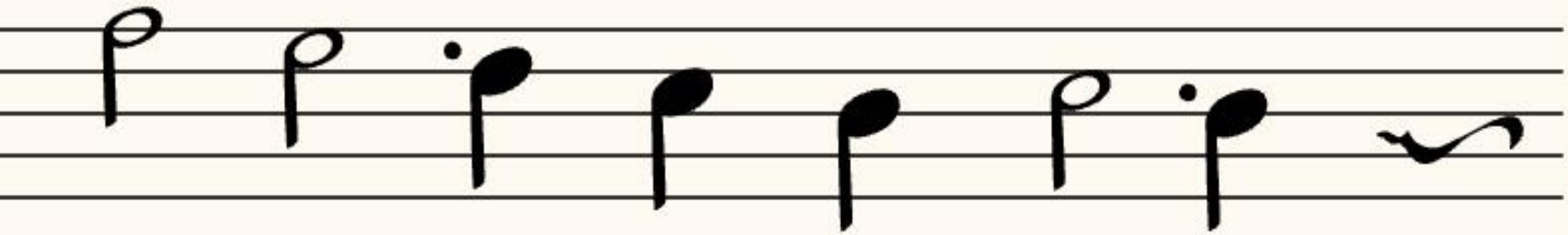
Modern notation



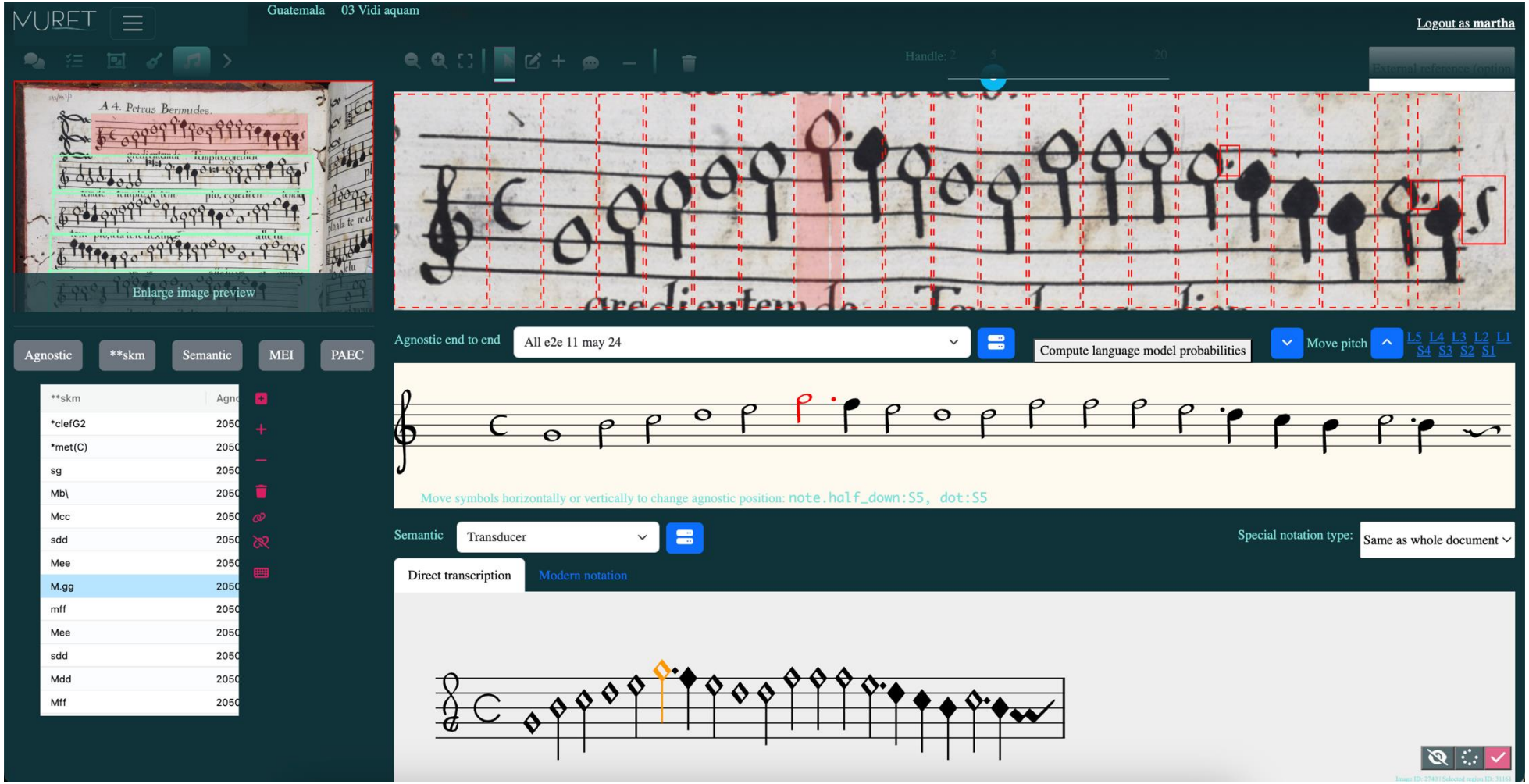
nguage model probabilities

Move pitch

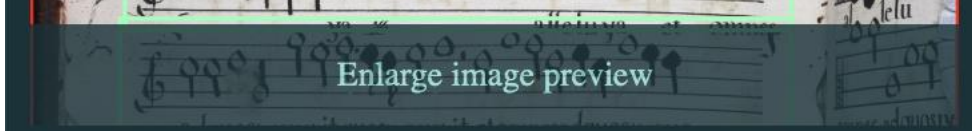
L5 L4 L3 L2 L1
S4 S3 S2 S1

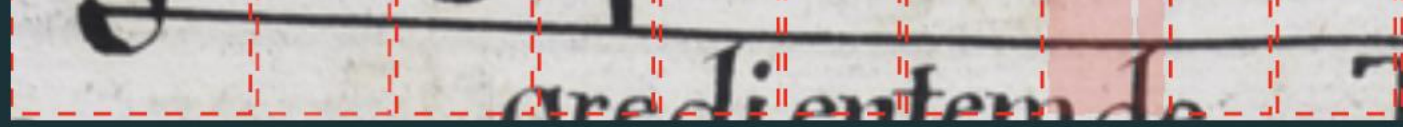


3. Ensamblaje de la notación



Combinación de la información para reconstruir la notación (significado) musical

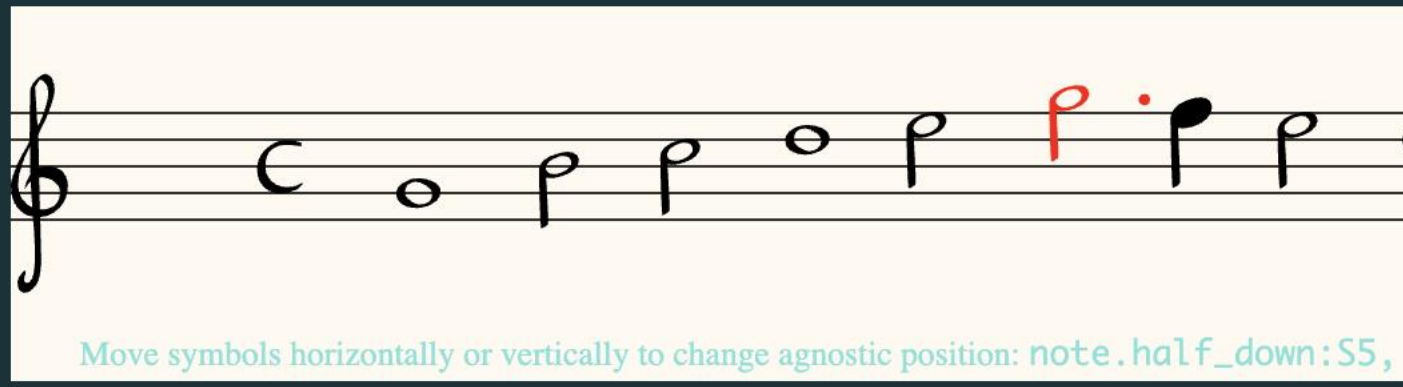




Agnostic | **skm | Semantic | MEI | PAEC

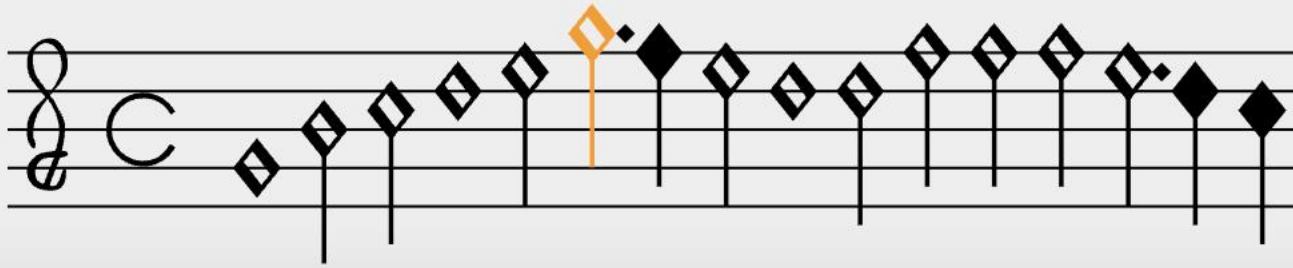
**skm	Agnc
*clefG2	2050
*met(C)	2050
sg	2050
Mb\	2050
Mcc	2050
sdd	2050
Mee	2050
M.gg	2050
mff	2050
Mee	2050
sdd	2050
Mdd	2050
Mff	2050

Agnostic end to end | All e2e 11 may 24



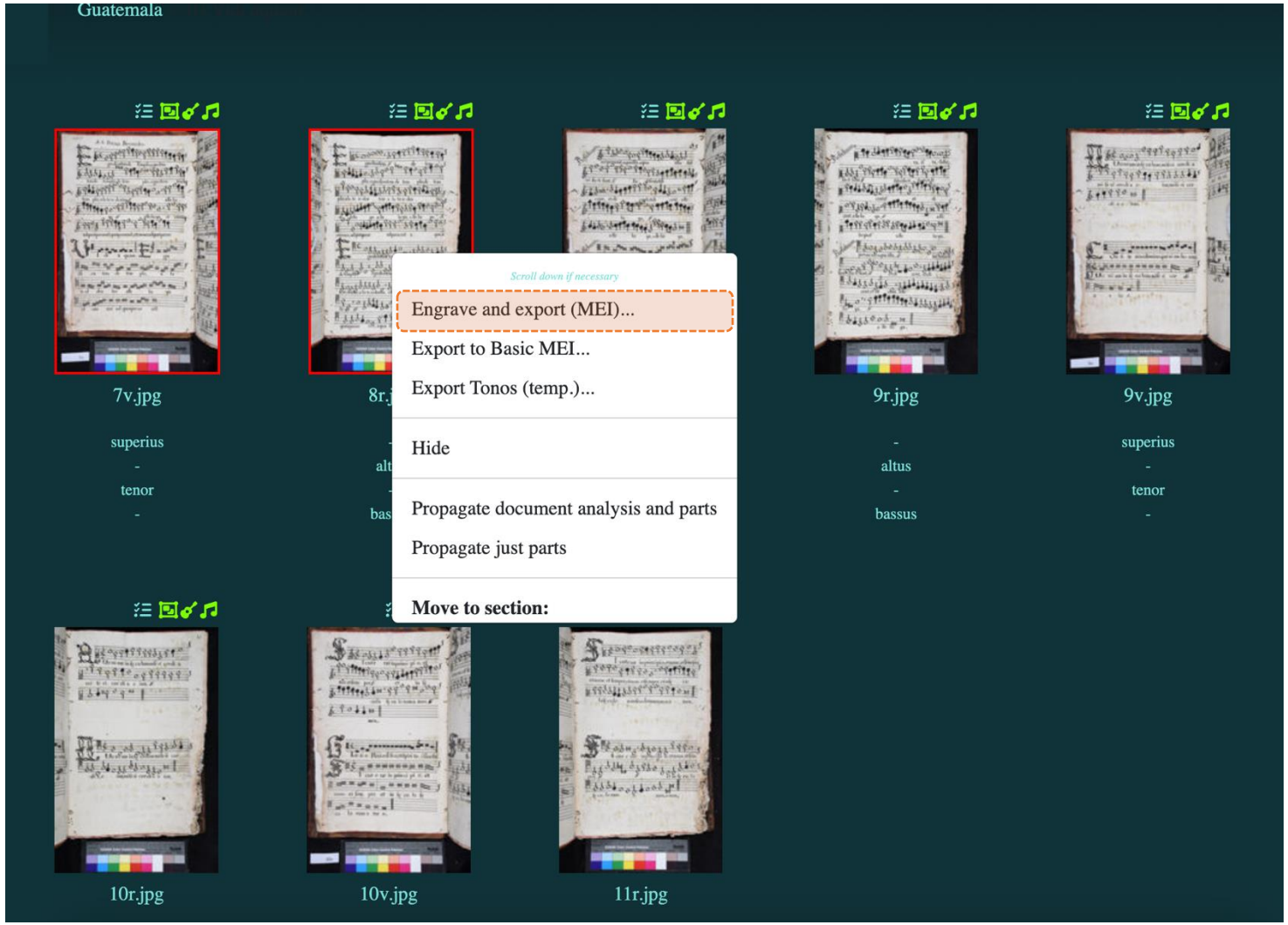
Semantic | Transducer

Direct transcription | Modern notation



Combinación de la información para reconstruir la notación (significado) musical

4. Codificación en formato estándar



Reconocimiento óptico en música

Producto final: Archivo simbólico

Una representación simbólica en un formato estándar (e.g., MEI)

¿Cuál es la utilidad de esto?

Permite la **búsqueda** de piezas **no solo por metadata** (e.g., título y compositor) si no también por **contenido musical** (e.g., melodía)

Diapositivas sobre sistemas de OMR para notación antigua: https://martha-thomae.github.io/assets/slides/PDF/thomae_2024_COSTseminars_music-retrieval-tools_slides.pdf

Resumen de mi experiencia

- A través del proyecto SIMSSA en DDMAL, tuve mi primer acercamiento a las **tecnologías** desarrolladas para la **codificación** de documentos de **música antigua** en **formatos simbólicos**
- Implicaciones:
    1. Mejorar el acceso
        A. Facilita la búsqueda (melódica)
        B. Reproducción de audio y transcripción automática a notación moderna
    2. Facilitar el análisis musical
- El **OMR** facilita todo esto al permitir la **codificación de la música de una forma semiautomática**
- **Otras tecnologías** que también **colaboran** en la **codificación semiautomática** de la **música antigua** (específicamente, para notación **mensural**)

Experiencia durante el trabajo de maestría y disertación

Trabajo en polifonía

Tecnologías específicas para la notación mensural (su interpretación rítmica: sistema experto en los *principios de imperfección y alteración*, editores gráficos y herramientas de análisis de contrapunto)

Primero, una introducción al corpus de música

Trabajo en polifonía

Tecnologías específicas para la notación mensural (su interpretación rítmica: sistema experto en los *principios de imperfección y alteración*, editores gráficos y herramientas de análisis de contrapunto)

Libros de polifonía de la Catedral de Guatemala

- Seis libros de polifonía
- Manuscritos
- Notación mensural
- Copiados en los siglos XVII y XVIII
- Música Renacentista del siglo XVI
- La mayor parte por compositores españoles (algunos pocos de otras partes de Europa, otros criollos y bastantes anónimos)
- Se encuentran en el Archivo Histórico Arquidiocesano, Ciudad de Guatemala (***GCA-Gaha***)
- **Sigla:** GuatC (census catalogue), GCA-Gc (antiguo siglum en RISM), GCA-Gaha (nuevo siglum en RISM)

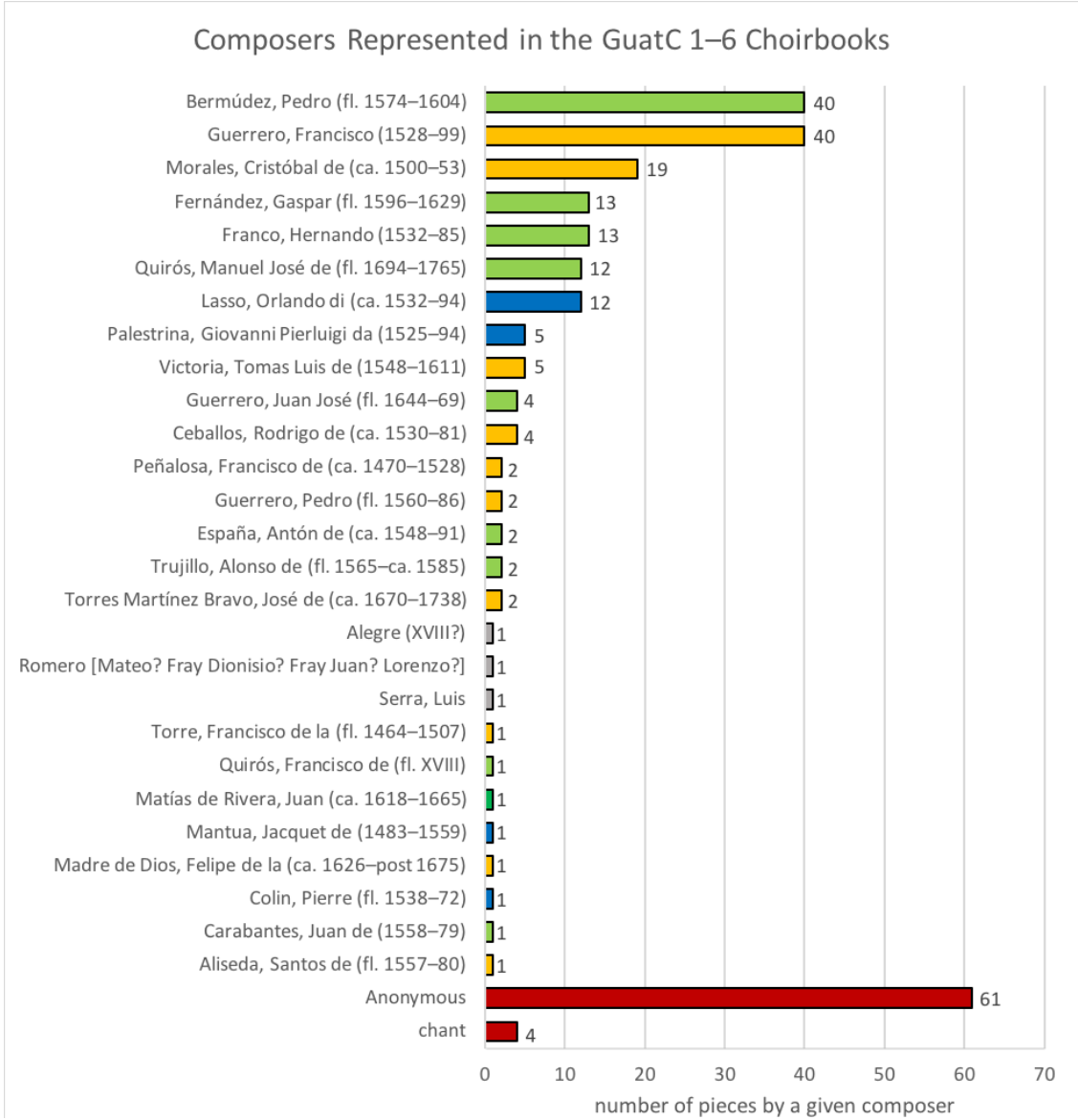
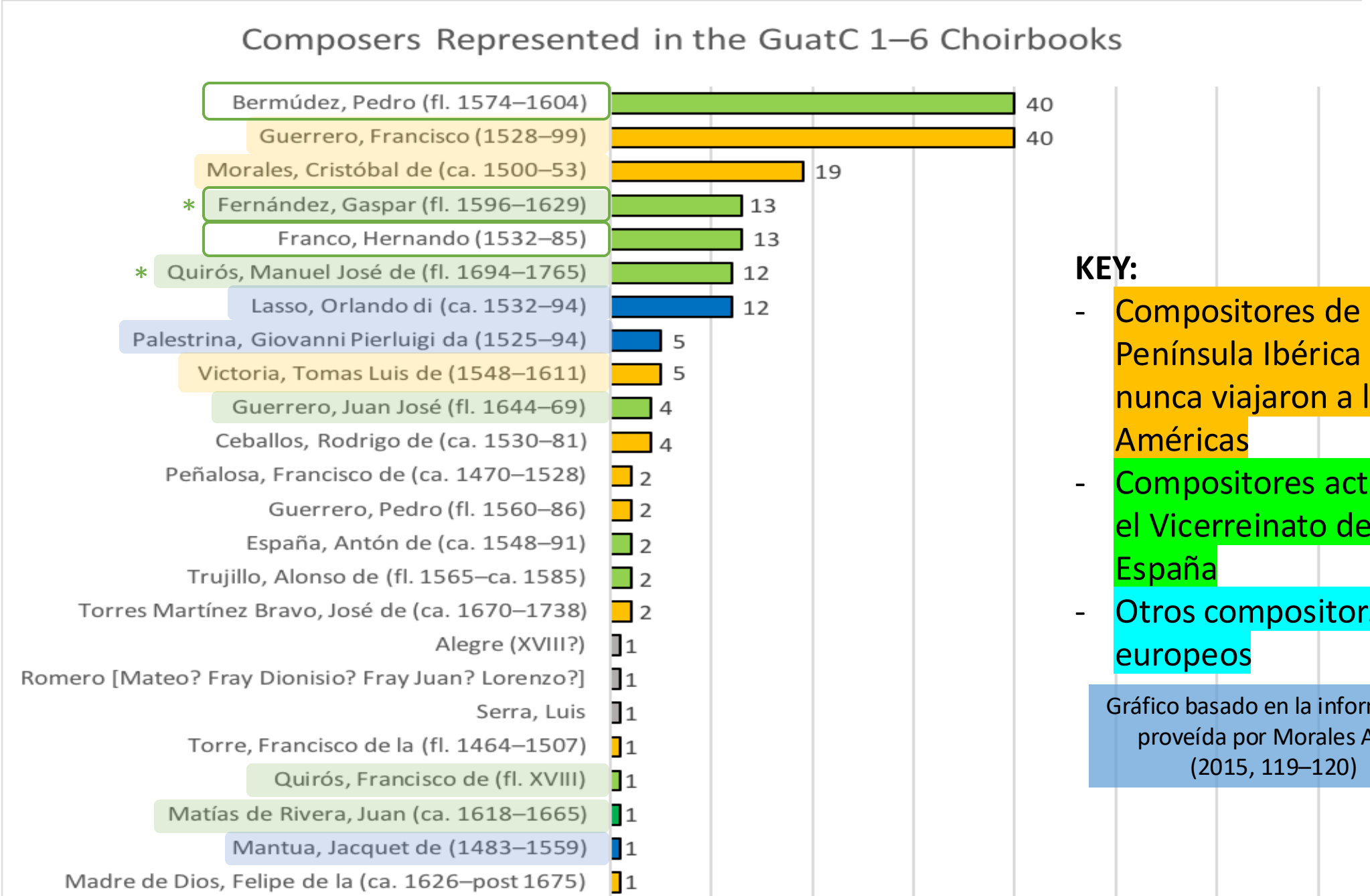


Gráfico basado en la información proveída por Morales Abril (2015, 119–120)



KEY:

- Compositores de la Península Ibérica que nunca viajaron a las Américas
- Compositores activos en el Vicerreinato de Nueva España
- Otros compositors europeos

Gráfico basado en la información proveída por Morales Abril (2015, 119–120)

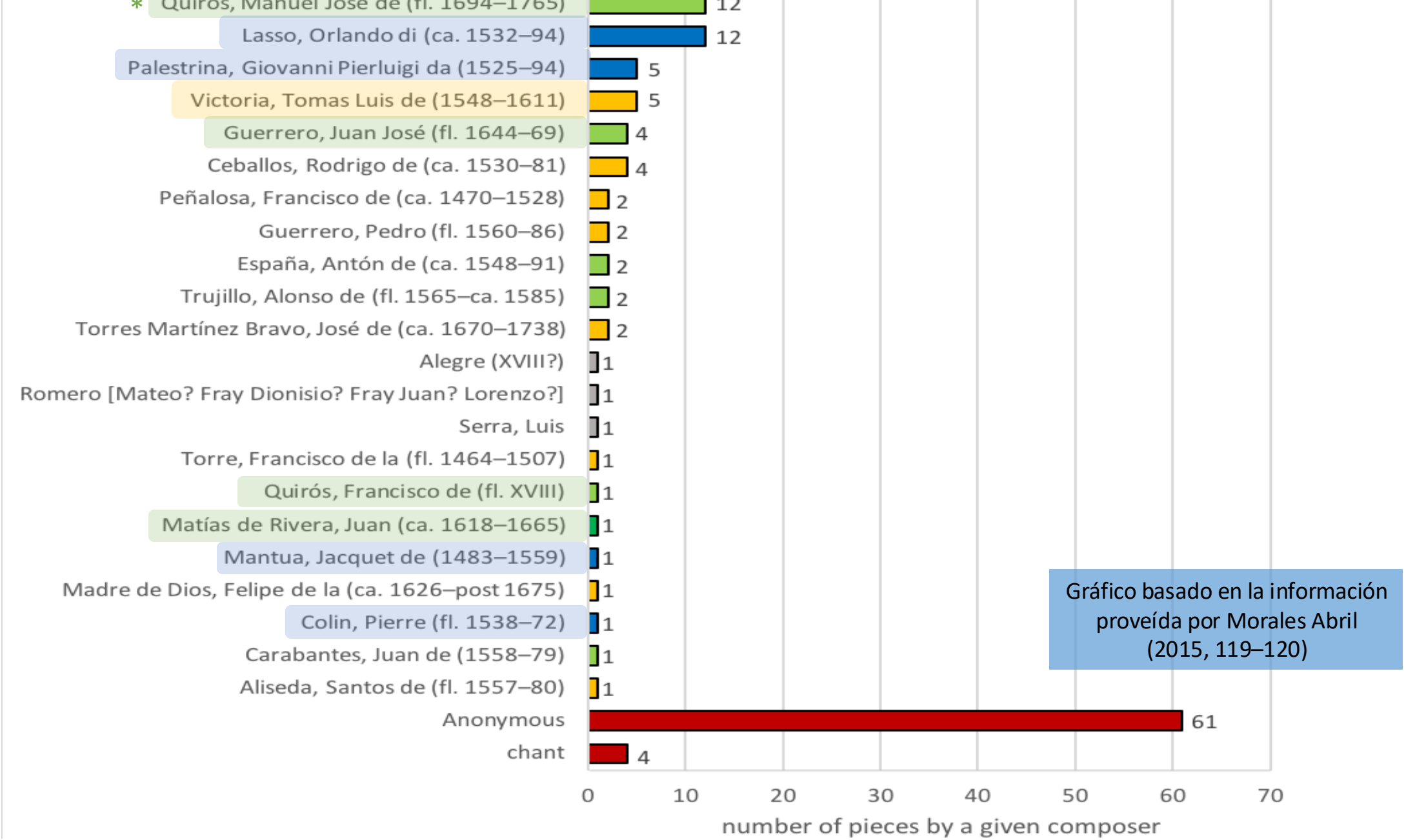
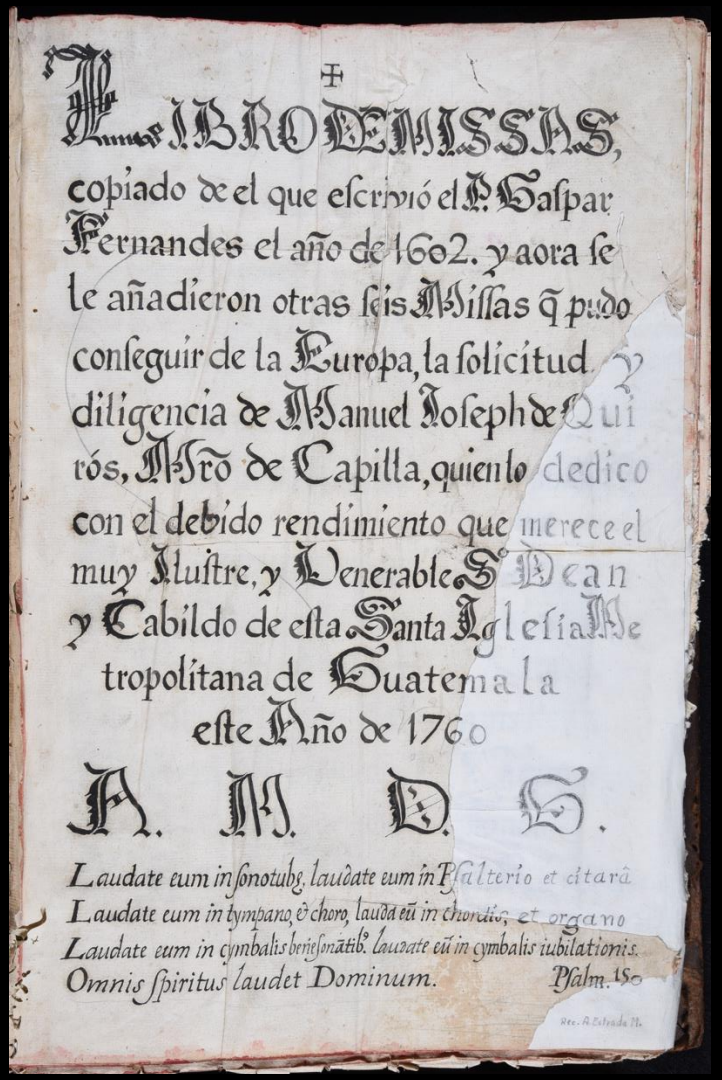


Gráfico basado en la información proveída por Morales Abril (2015, 119–120)

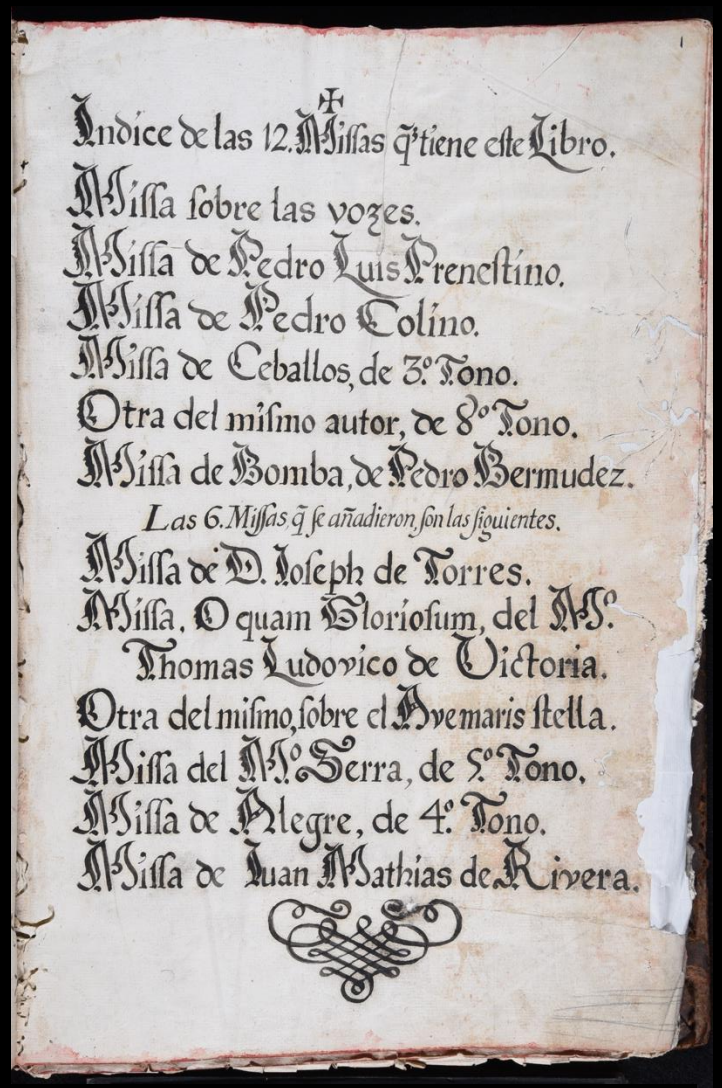

LIBRO DE MISSAS,
copiado de el que escrivió el P. Gaspar
Fernandes el año de 1602. y aora se
le añadieron otras seis Missas q̃ pudo
conseguir de la Europa, la solicitud y
diligencia de Manuel Joseph de Qui
rós, Mro de Capilla, quien lo dedico
con el debido rendimiento que merece el
muy Ilustre, y Venerable S.r Dean
y Cabildo de esta Santa Iglesia Me
tropolitana de Guatemala
este Año de 1760
A. M. D. G.
Laudate eum in sonotubs, laudate eum in Psalterio et citarâ
Laudate eum in tympano, & choro, lauda eũ in chordis, et organo
Laudate eum in cymbalis bene sonãtib.s laudate eũ in cymbalis iubilationis.
Omnis spiritus laudet Dominum. Psalm. 150

GuatC 1, folio 0r

PROYECTO PILOTO

Libro 1
Libro de Misas

- 12 misas
- 15 piezas litúrgicas breves (añadidas en el s. XVIII, pero de compositores del s. XVI)


Indice de las 12. Missas q̃ tiene este Libro.
Missa sobre las vozes.
Missa de Pedro Luis Prenestino.
Missa de Pedro Colino.
Missa de Ceballos, de 3.o Tono.
Otra del mismo autor, de 8.o Tono.
Missa de Bomba, de Pedro Bermudez.
Las 6. Missas q̃ se añadieron, son las siguientes.
Missa de D. Joseph de Torres.
Missa, O quam Gloriosum, del M.o
Thomas Ludovico de Victoria.
Otra del mismo, sobre el Ave maris stella.
Missa del M.o Serra, de 5.o Tono.
Missa de Alegre, de 4.o Tono.
Missa de Juan Mathias de Rivera.

GuatC 1, folio 1r

Libros de polifonía de la Catedral de Guatemala

*"Una de las **características más notables** de la colección de libros de polifonía de la catedral de Guatemala es la **perdurabilidad** de un repertorio que se recopiló en los primeros años del siglo XVII y que mantuvo su vigencia al menos hasta principios del siglo XIX.*

Esta recopilación echó mano de la música de mediados del siglo XVI, en uso en la propia catedral de Guatemala"

Morales Abril, Omar "Música local y música foránea en los libros de polifonía de las Catedrales de Guatemala y México." *troja. Jahrbuch für Renaissancemusik* 14 (2015): 95-124.

Ahora, hablemos de la parte de tecnología

Trabajo en polifonía

Tecnologías específicas para la notación mensural (su interpretación rítmica: sistema experto en los *principios de imperfección y alteración*, editores gráficos y herramientas de análisis de contrapunto)

Herramientas específicas para la notación mensural

- Hemos hablado del OMR
- La notación mensural requiere un paso más allá del OMR para tratar con un aspecto específico de la notación

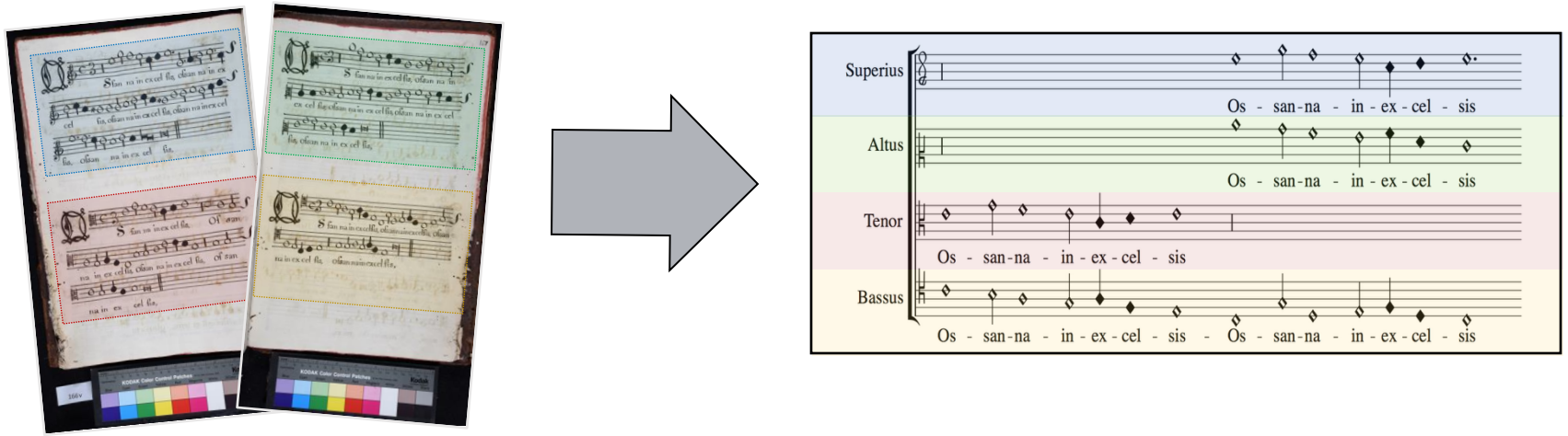
  → **la interpretación de la duración de las notas**

- **Herramientas específicas para notación mensural**
  y cómo estas pueden ser utilizadas junto con los resultados del OMR para facilitar el proceso de codificación semiautomática de la música mensural

Herramientas específicas para la notación mensural

- Hemos hablado del OMR
- La notación mensural requiere un paso más allá del OMR para tratar con un aspecto específico de la notación

  → **la interpretación de la duración de las notas**



Herramientas específicas para la notación mensural

1. **Editor de notación mensural**
   - Su integración con el **OMR**
2. **Sistema experto para la interpretación rítmica** de la notación mensural (según los principios de imperfección y alteración)
3. **Herramienta de análisis de contrapunto** aplicada a detección de errores

Herramientas específicas para la notación mensual

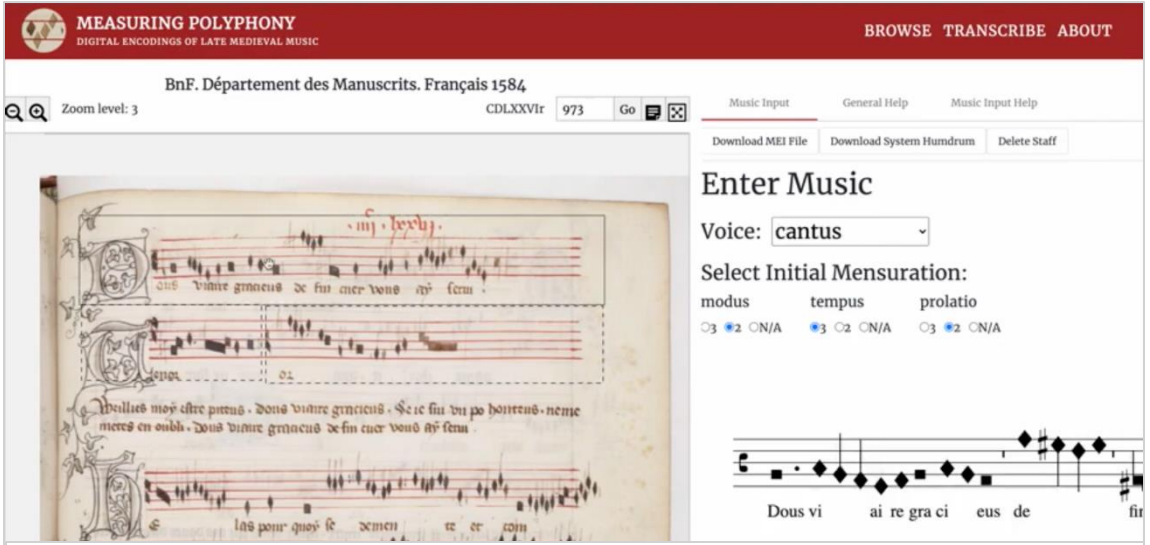
1. **Editor de notación mensual**
   - Su integración con el **OMR**
2. **Sistema experto para la interpretación rítmica** de la notación mensural (según los principios de imperfección y alteración)
3. **Herramienta de análisis de contrapunto** aplicada a detección de errores

1. Editor de notación mensural

MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC

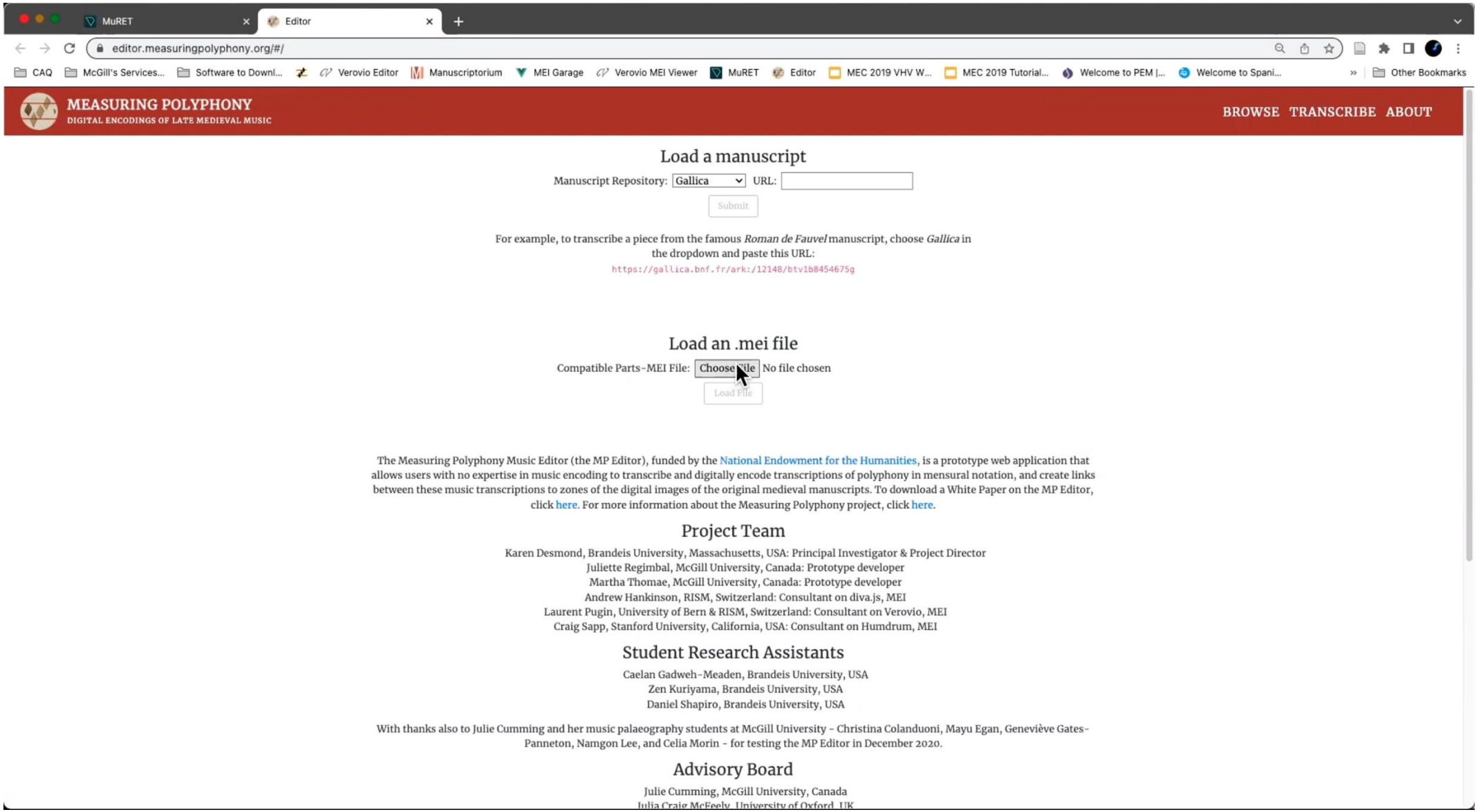
MEASURING POLYPHONY (MP) EDITOR

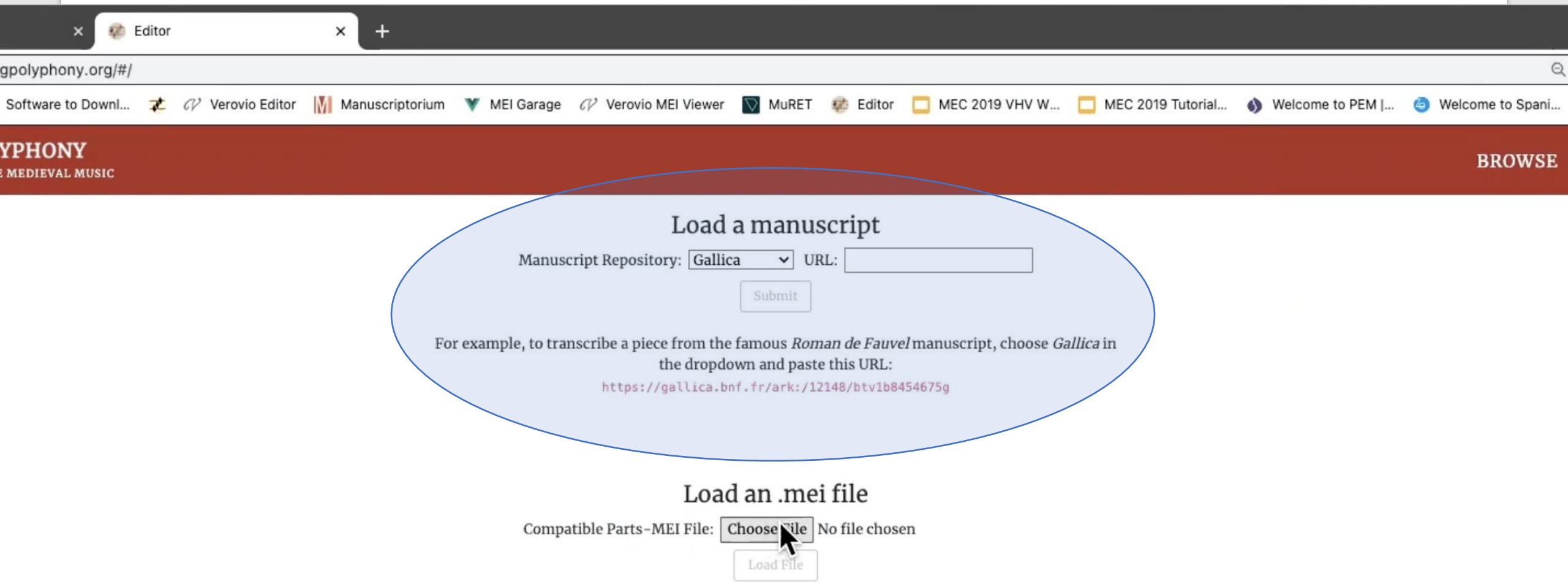
- Editor de música mensural en línea
- Dos interfaces:
  - **Editor de entrada:** el usuario ingresa las notas con el teclado de su ordenador
  - **Editor de partitura:** la duración de las notas ingresadas es interpretada automáticamente (dándoles valores de *imperfecta / perfecta / altera*) y las voces son alineadas en partitura



Karen Desmond (*Brandeis University*, ahora *Maynooth*)

- Desarrolladoras: **Juliette Regimbal** (principal) y **Martha Thomae** (algoritmo de interpretación rítmica)
- Colaboradores: **Laurent Pugin** (Verovio), **Craig Sapp** (Humdrum), **Andrew Hankinson** (IIIF y DIAMM)


MuRET
Editor
editor.measuringpolyphony.org/#/
CAQ
McGill's Services...
Software to Downl...
Verovio Editor
Manuscriptorium
MEI Garage
Verovio MEI Viewer
MuRET
Editor
MEC 2019 VHV W...
MEC 2019 Tutorial...
Welcome to PEM |...
Welcome to Spani...
Other Bookmarks
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
Load a manuscript
Manuscript Repository: Gallica URL:
Submit
For example, to transcribe a piece from the famous Roman de Fauvel manuscript, choose Gallica in the dropdown and paste this URL:
https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8454675g
Load an .mei file
Compatible Parts-MEI File: Choose File No file chosen
Load File
The Measuring Polyphony Music Editor (the MP Editor), funded by the National Endowment for the Humanities, is a prototype web application that allows users with no expertise in music encoding to transcribe and digitally encode transcriptions of polyphony in mensural notation, and create links between these music transcriptions to zones of the digital images of the original medieval manuscripts. To download a White Paper on the MP Editor, click here. For more information about the Measuring Polyphony project, click here.
Project Team
Karen Desmond, Brandeis University, Massachusetts, USA: Principal Investigator & Project Director
Juliette Regimbal, McGill University, Canada: Prototype developer
Martha Thomae, McGill University, Canada: Prototype developer
Andrew Hankinson, RISM, Switzerland: Consultant on diva.js, MEI
Laurent Pugin, University of Bern & RISM, Switzerland: Consultant on Verovio, MEI
Craig Sapp, Stanford University, California, USA: Consultant on Humdrum, MEI
Student Research Assistants
Caelan Gadweh-Meaden, Brandeis University, USA
Zen Kuriyama, Brandeis University, USA
Daniel Shapiro, Brandeis University, USA
With thanks also to Julie Cumming and her music palaeography students at McGill University - Christina Colanduoni, Mayu Egan, Geneviève Gates-Panneton, Namgon Lee, and Celia Morin - for testing the MP Editor in December 2020.
Advisory Board
Julie Cumming, McGill University, Canada
Julia Craig McFeely, University of Oxford, UK



The Measuring Polyphony Music Editor (the MP Editor), funded by the National Endowment for the Humanities, is a prototype web application that allows users with no expertise in music encoding to transcribe and digitally encode transcriptions of polyphony in mensural notation, and create links between these music transcriptions to zones of the digital images of the original medieval manuscripts. To download a White Paper on the MP Editor, click here. For more information about the Measuring Polyphony project, click here.

Project Team

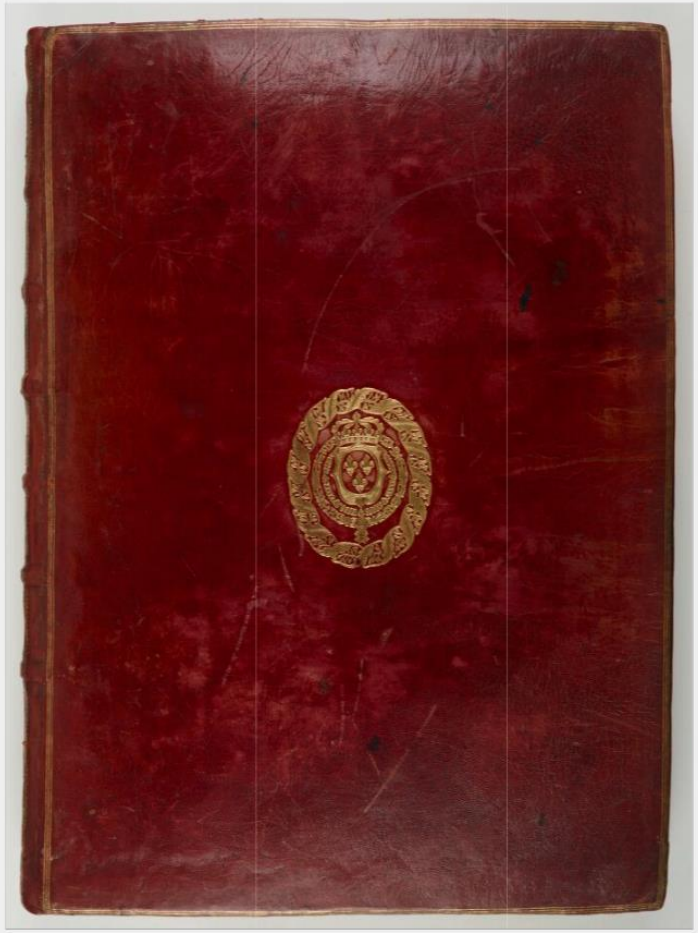
Karen Desmond, Brandeis University, Massachusetts, USA: Principal Investigator & Project Director

MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC

BROWSE TRANSCRIBE ABOUT

BnF. Département des Manuscrits. Français 146

Zoom level: 3 plat supérieur – contreplat sup. Go



Metadata Input | General Help | Music Input Help

Enter Metadata

Short title:

Composer name:

Notation:

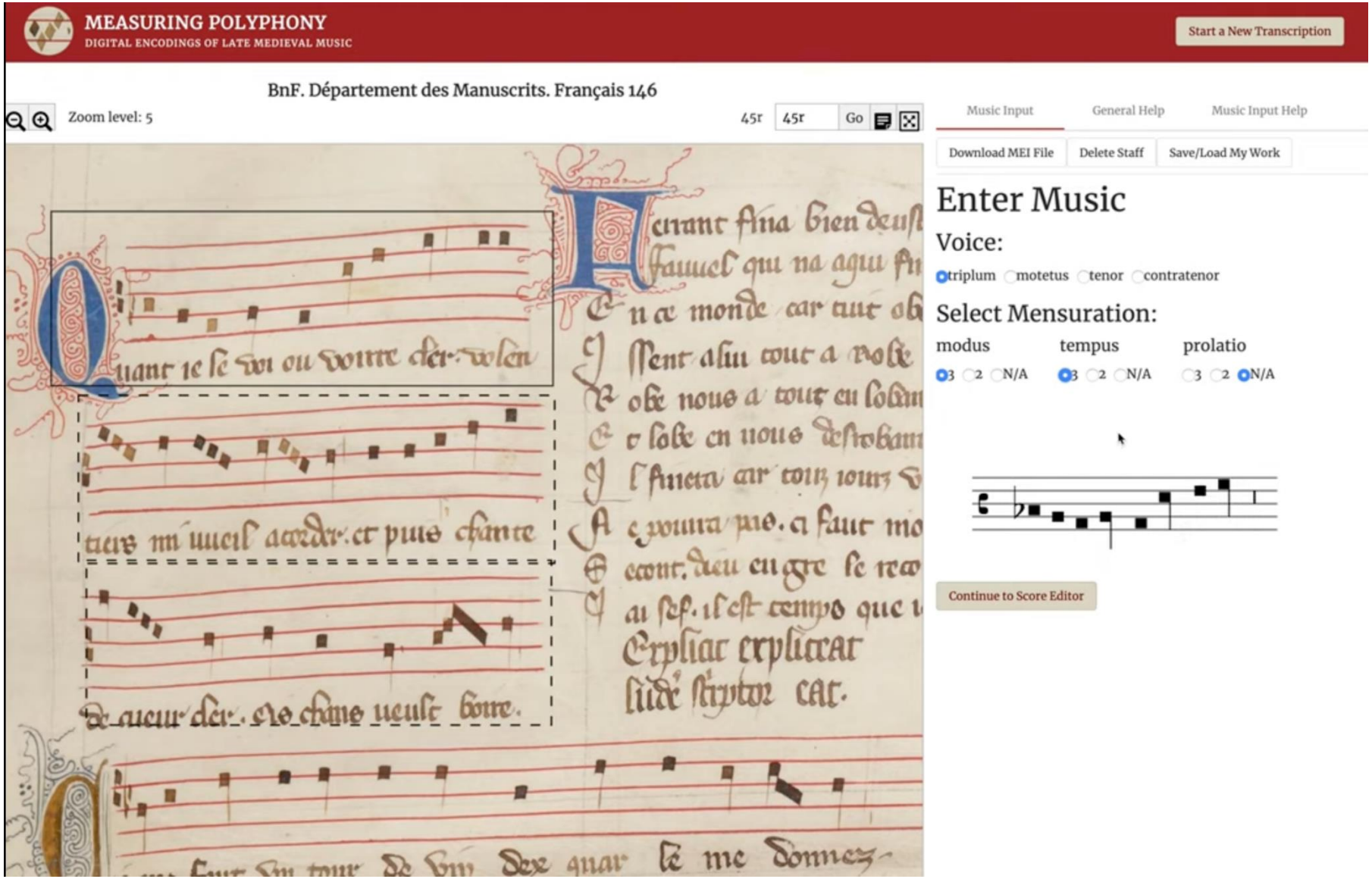
Manuscript Siglum:

Genre:

Add Contributor

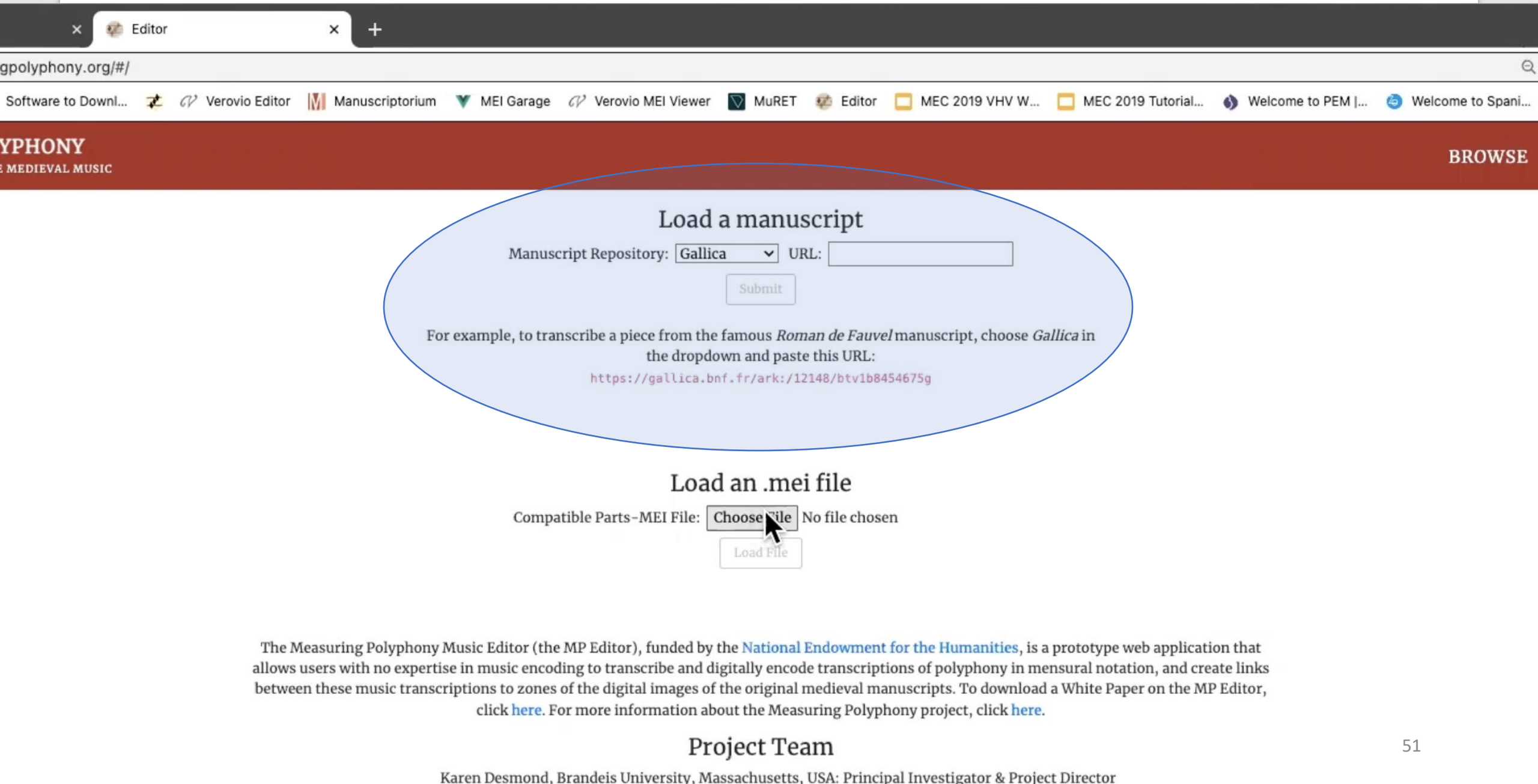
Continue to Music Input

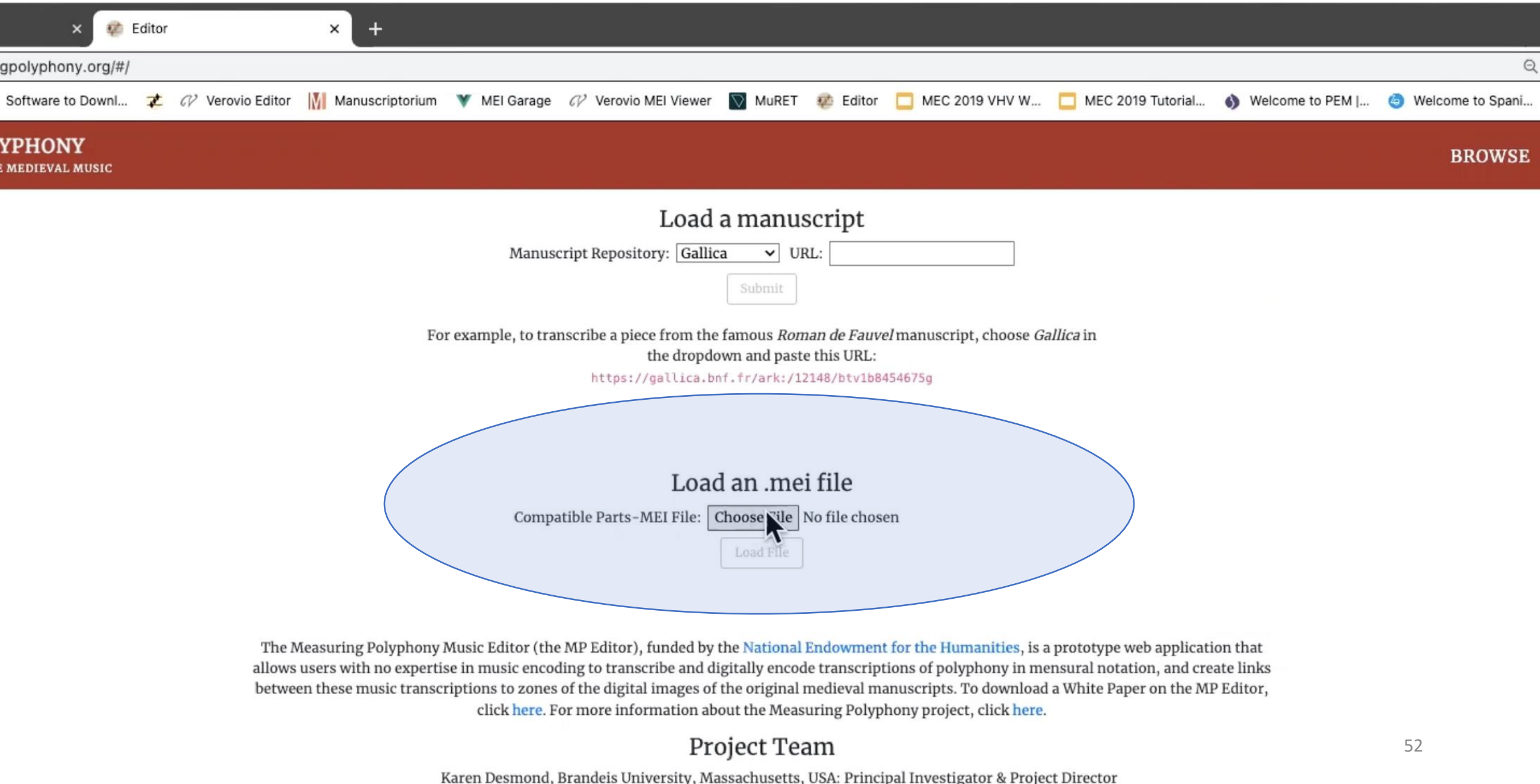
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
BnF. Département des Manuscrits. Français 146
Zoom level: 3
plat supérieur - contreplat sup.
Go
Metadata Input
General Help
Music Input Help
Enter Metadata
Short title:
Composer name:
Notation:
Manuscript Siglum:
Genre:
Black Mensural — Ars antiqua
Black Mensural — Ars nova
White Mensural
Add Contributor
Continue to Music Input

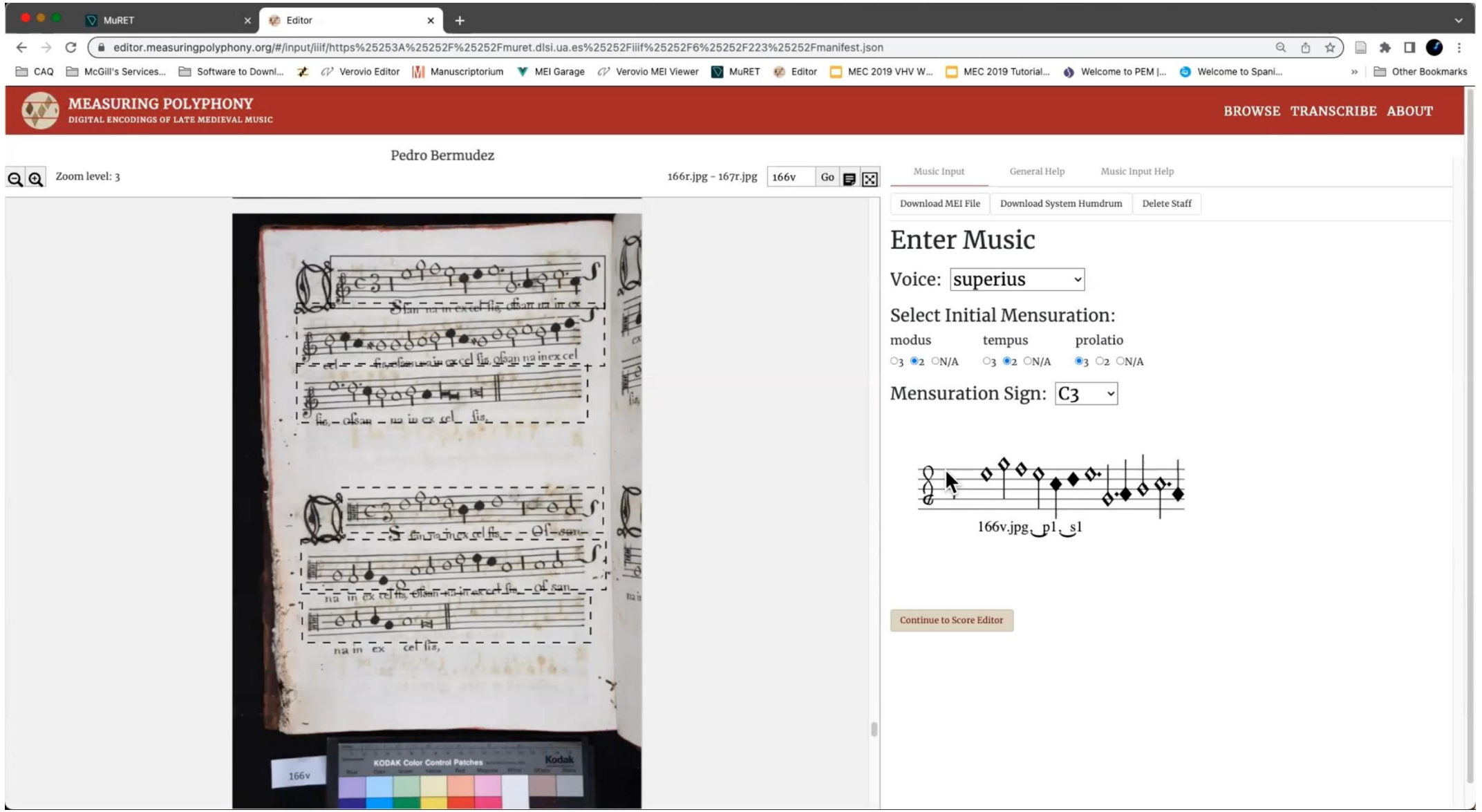

MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
Start a New Transcription
BnF. Département des Manuscrits. Français 146
Zoom level: 5
45r
45r
Go
Music Input
General Help
Music Input Help
Download MEI File
Delete Staff
Save/Load My Work
Enter Music
Voice:
triplum
motetus
tenor
contratenor
Select Mensuration:
modus
tempus
prolatio
3
2
N/A
3
2
N/A
3
2
N/A
Continue to Score Editor

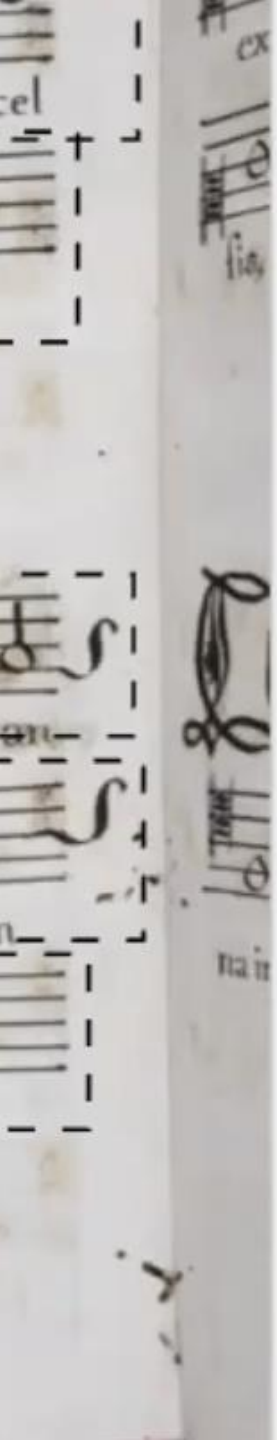
Herramientas específicas para la notación mensural

1. **Editor de notación mensural**
   - Su integración con el **OMR**
2. **Sistema experto para la interpretación rítmica** de la notación mensural (según los principios de imperfección y alteración)
3. **Herramienta de análisis de contrapunto** aplicada a detección de errores


Editor
gpolyphony.org/#/
Software to Downl...
Verovio Editor
Manuscriptorium
MEI Garage
Verovio MEI Viewer
MuRET
Editor
MEC 2019 VHV W...
MEC 2019 Tutorial...
Welcome to PEM |...
Welcome to Spani...
YPHONY
E MEDIEVAL MUSIC
BROWSE
Load a manuscript
Manuscript Repository: Gallica URL:
Submit
For example, to transcribe a piece from the famous Roman de Fauvel manuscript, choose Gallica in the dropdown and paste this URL:
https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8454675g
Load an .mei file
Compatible Parts-MEI File: Choose File No file chosen
Load File
The Measuring Polyphony Music Editor (the MP Editor), funded by the National Endowment for the Humanities, is a prototype web application that allows users with no expertise in music encoding to transcribe and digitally encode transcriptions of polyphony in mensural notation, and create links between these music transcriptions to zones of the digital images of the original medieval manuscripts. To download a White Paper on the MP Editor, click here. For more information about the Measuring Polyphony project, click here.
Project Team
Karen Desmond, Brandeis University, Massachusetts, USA: Principal Investigator & Project Director

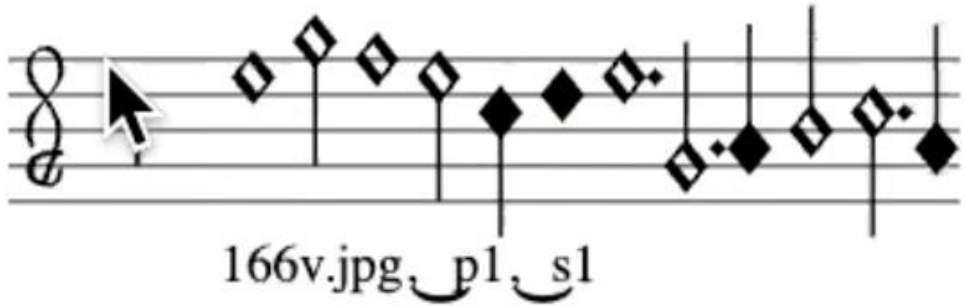

Editor
gpolyphony.org/#/
Software to Downl...
Verovio Editor
Manuscriptorium
MEI Garage
Verovio MEI Viewer
MuRET
Editor
MEC 2019 VHV W...
MEC 2019 Tutorial...
Welcome to PEM |...
Welcome to Spani...
YPHONY
E MEDIEVAL MUSIC
BROWSE
Load a manuscript
Manuscript Repository: Gallica URL:
Submit
For example, to transcribe a piece from the famous Roman de Fauvel manuscript, choose Gallica in the dropdown and paste this URL:
https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8454675g
Load an .mei file
Compatible Parts-MEI File: Choose File No file chosen
Load File
The Measuring Polyphony Music Editor (the MP Editor), funded by the National Endowment for the Humanities, is a prototype web application that allows users with no expertise in music encoding to transcribe and digitally encode transcriptions of polyphony in mensural notation, and create links between these music transcriptions to zones of the digital images of the original medieval manuscripts. To download a White Paper on the MP Editor, click here. For more information about the Measuring Polyphony project, click here.
Project Team
Karen Desmond, Brandeis University, Massachusetts, USA: Principal Investigator & Project Director


MuRET
Editor
editor.measuringpolyphony.org/#/input/iiif/https%25253A%25252F%25252Fmuret.dlsi.ua.es%25252Fiiif%25252F6%25252F223%25252Fmanifest.json
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
Pedro Bermudez
Zoom level: 3
166r.jpg - 167r.jpg
166v
Go
Music Input
General Help
Music Input Help
Download MEI File
Download System Humdrum
Delete Staff
Enter Music
Voice: superius
Select Initial Mensuration:
modus tempus prolatio
Mensuration Sign: C3
166v.jpg_p1_s1
Continue to Score Editor
KODAK Color Control Patches
Kodak
166v



modus	tempus	prolatio
○3 ◉2 ○N/A	○3 ◉2 ○N/A	◉3 ○2 ○N/A

Mensuration Sign: C3



166v.jpg، p1، s1

Continue to Score Editor

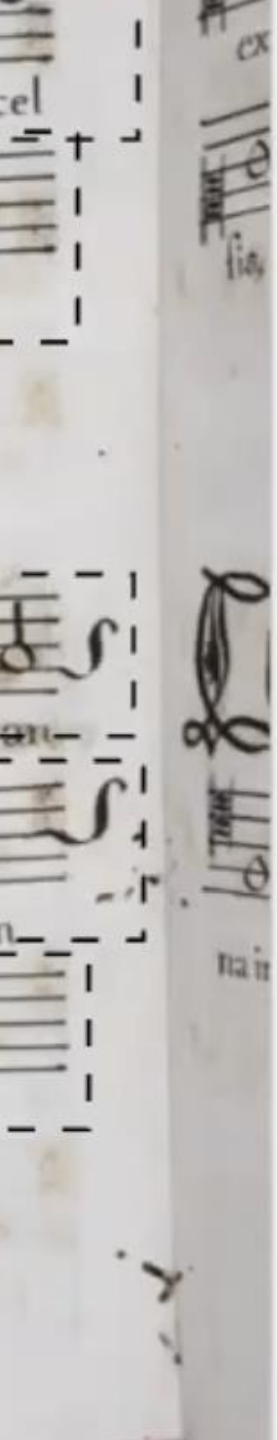
Herramientas específicas para la notación mensural

1. **Editor de notación mensural**
   - Su integración con el **OMR**
2. **Sistema experto para la interpretación rítmica** de la notación mensural (según los principios de imperfección y alteración)
3. **Herramienta de análisis de contrapunto** aplicada a detección de errores

2. Sistema experto de interpretación rítmica de notación mensural

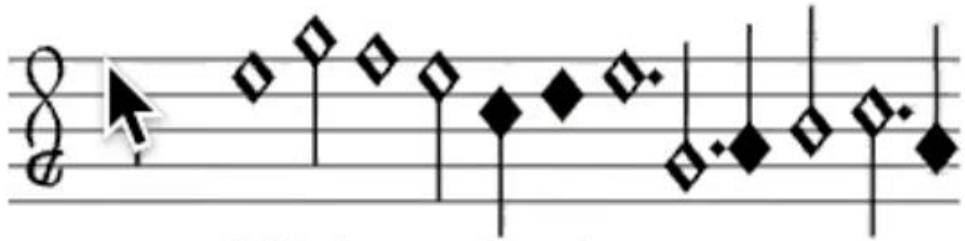
- Sistema experto (conjunto de reglas)
- De interpretación de la duración de las notas en notación mensural
- Según los principios de imperfección y alteración
- Esto permite transcribir las voces a partitura

→ Integré este sistema dentro del Measuring Polyphony Editor



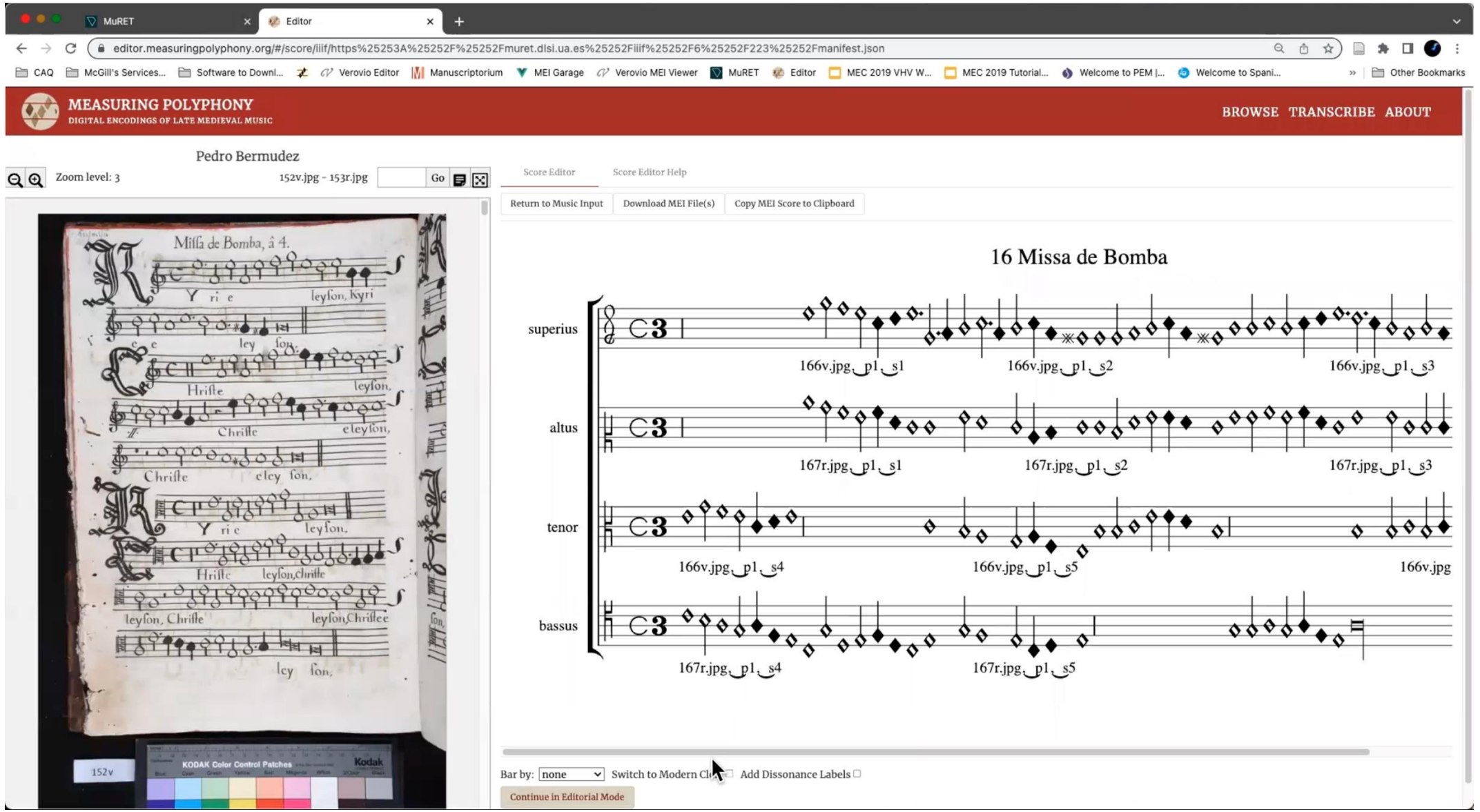
modus	tempus	prolatio
○3 ◉2 ○N/A	○3 ◉2 ○N/A	◉3 ○2 ○N/A

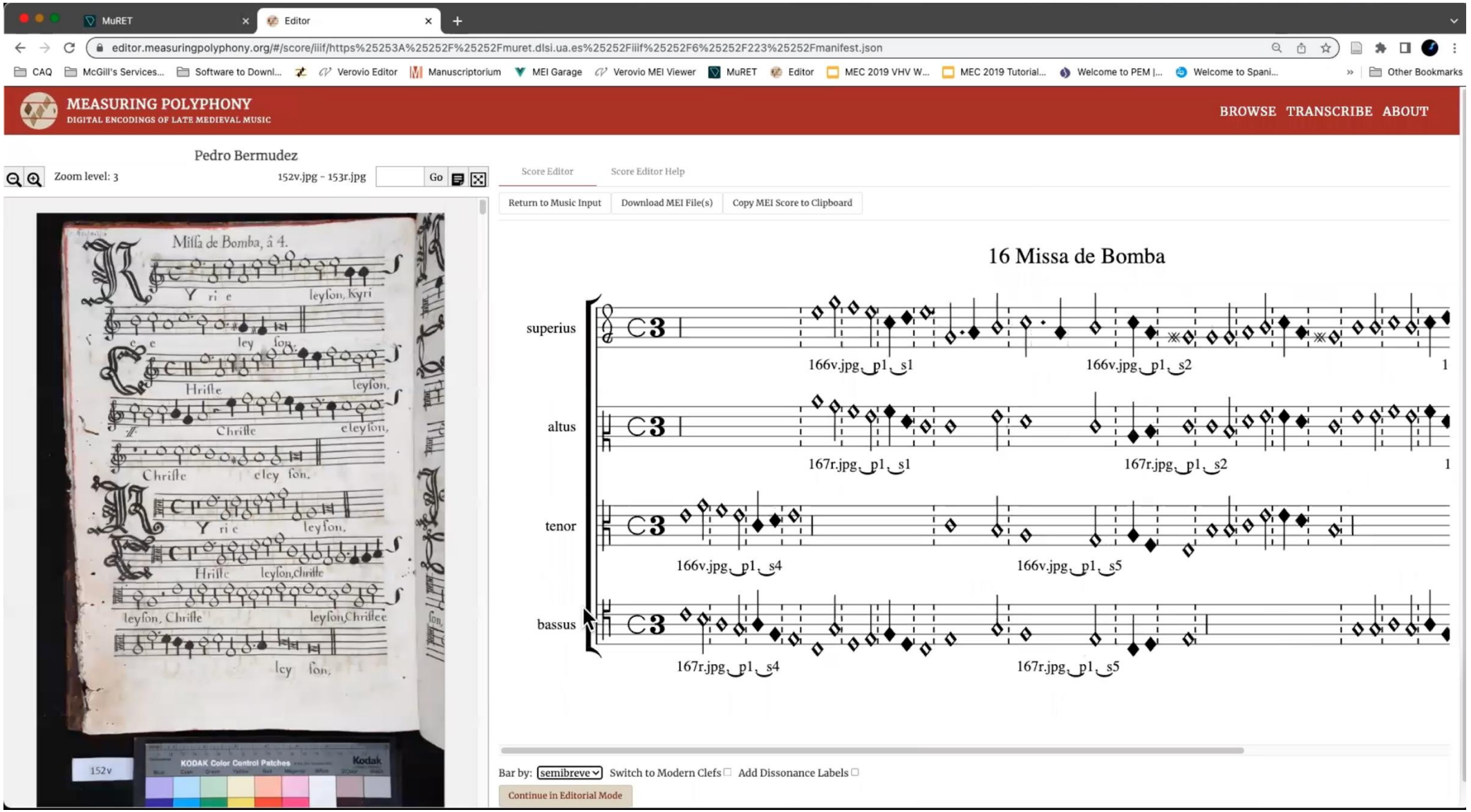
Mensuration Sign: C3

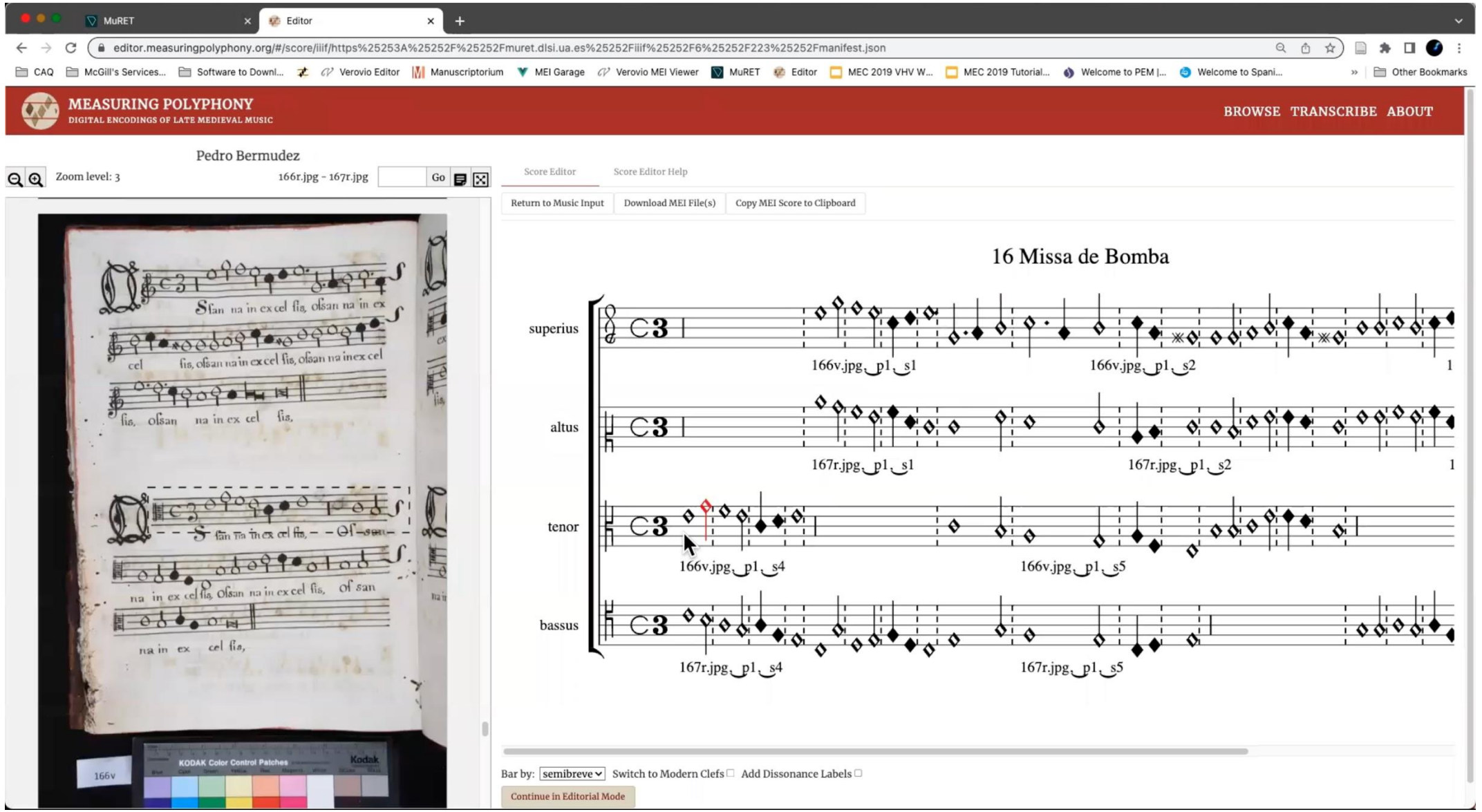


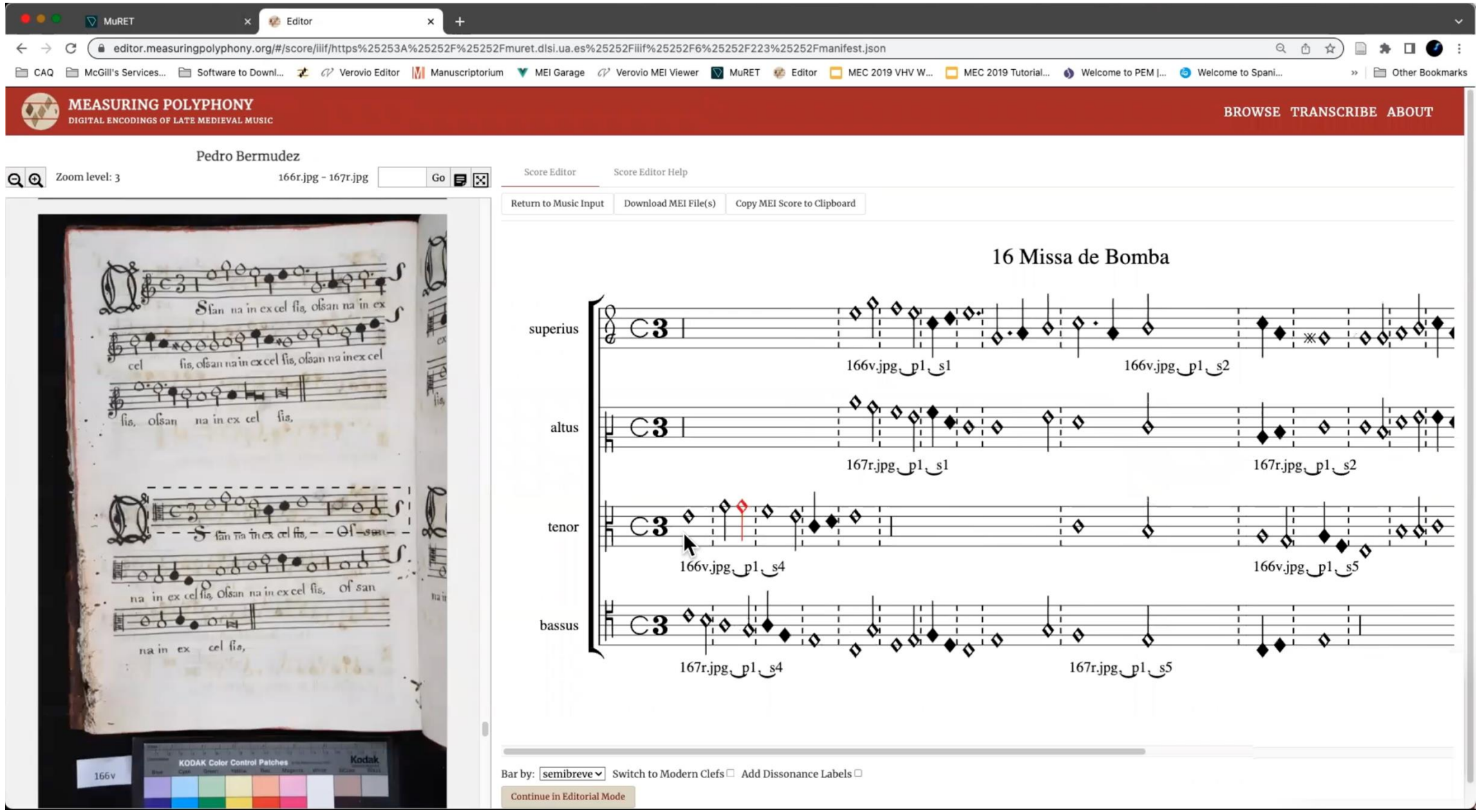
166v.jpg، p1، s1

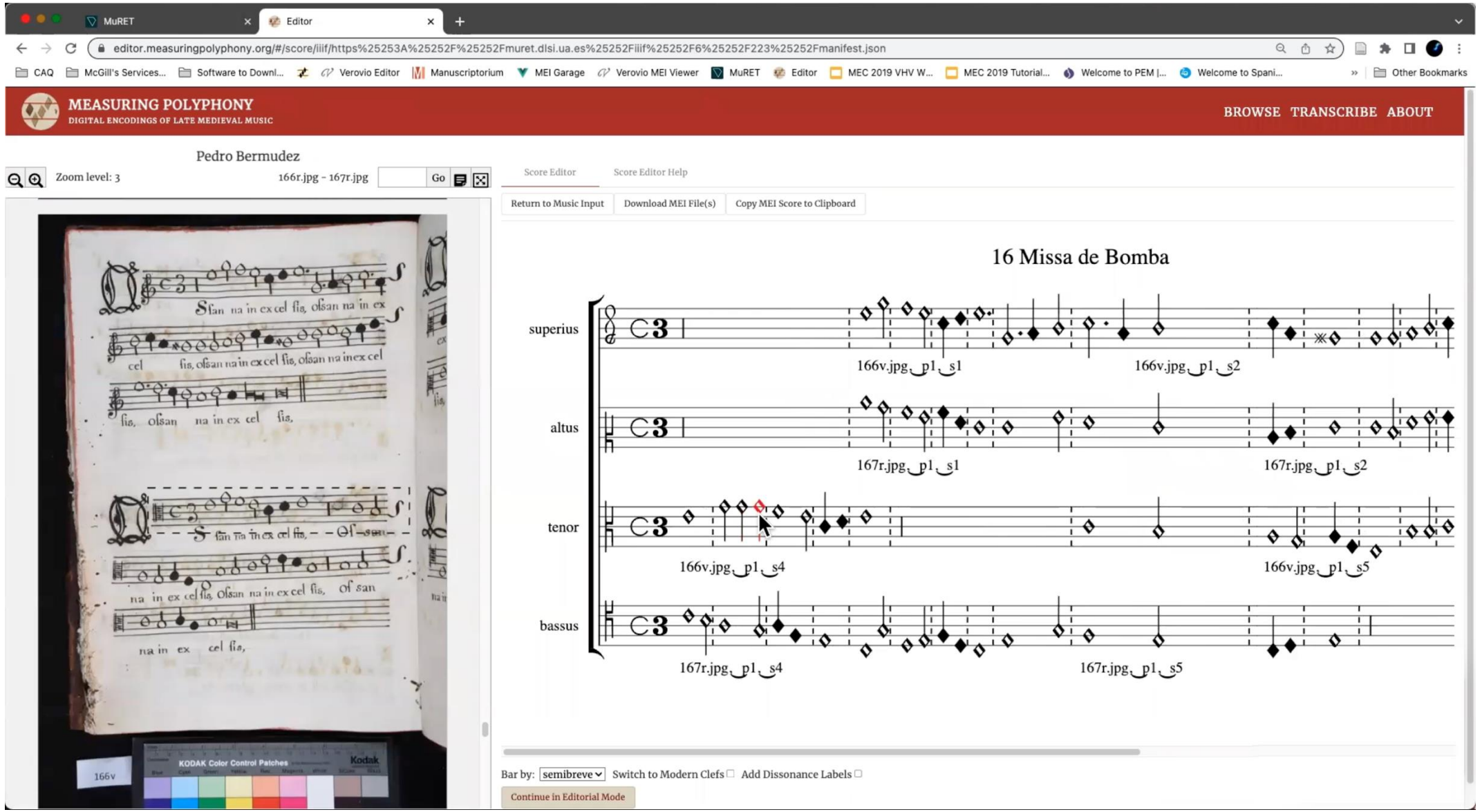
Continue to Score Editor

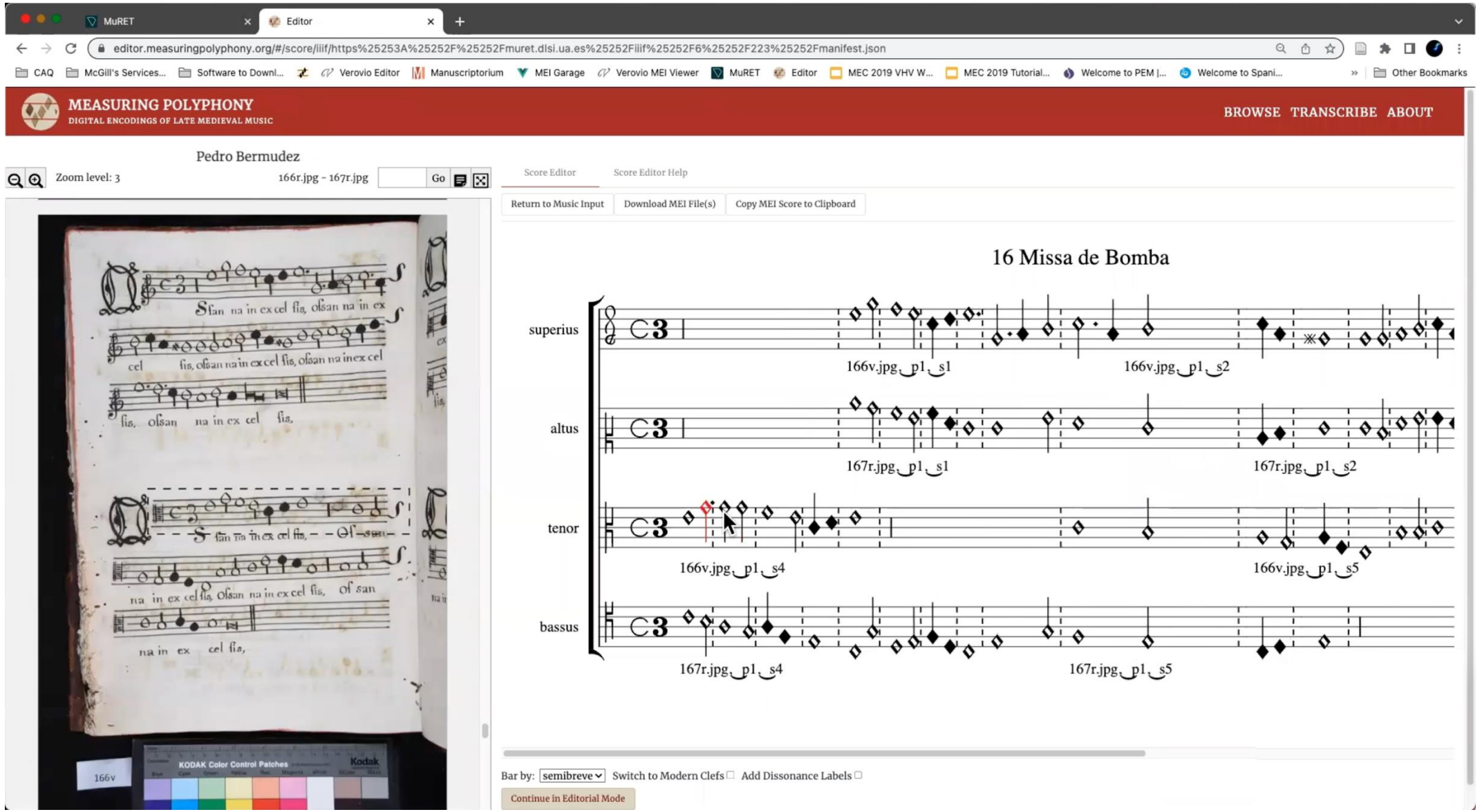

MuRET
Editor
editor.measuringpolyphony.org/#/score/iiif/https%25253A%25252F%25252Fmuret.dlsi.ua.es%25252Fiiif%25252F6%25252F223%25252Fmanifest.json
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
Pedro Bermudez
Zoom level: 3
152v.jpg - 153r.jpg
Go
Score Editor
Score Editor Help
Return to Music Input
Download MEI File(s)
Copy MEI Score to Clipboard
16 Missa de Bomba
superius
altus
tenor
bassus
166v.jpg_p1_s1
166v.jpg_p1_s2
166v.jpg_p1_s3
167r.jpg_p1_s1
167r.jpg_p1_s2
167r.jpg_p1_s3
166v.jpg_p1_s4
166v.jpg_p1_s5
166v.jpg
167r.jpg_p1_s4
167r.jpg_p1_s5
Missa de Bomba, â 4.
152v
KODAK Color Control Patches
Bar by:
none
Add Dissonance Labels
Continue in Editorial Mode

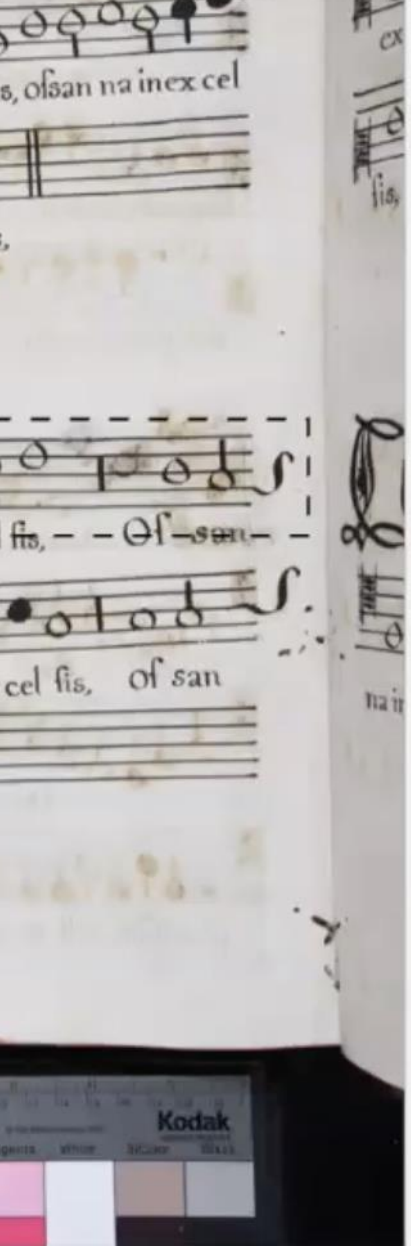

MuRET
Editor
editor.measuringpolyphony.org/#/score/iiif/https%25253A%25252F%25252Fmuret.dlsi.ua.es%25252Fiiif%25252F6%25252F223%25252Fmanifest.json
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
Pedro Bermudez
Zoom level: 3
152v.jpg - 153r.jpg
Go
Score Editor
Score Editor Help
Return to Music Input
Download MEI File(s)
Copy MEI Score to Clipboard
Missa de Bomba, à 4.
16 Missa de Bomba
superius
altus
tenor
bassus
166v.jpg_p1_s1
166v.jpg_p1_s2
167r.jpg_p1_s2
166v.jpg_p1_s4
166v.jpg_p1_s5
167r.jpg_p1_s4
167r.jpg_p1_s5
Bar by: semibreve
Switch to Modern Clefs
Add Dissonance Labels
Continue in Editorial Mode
152v
KODAK Color Control Patches


MuRET
Editor
editor.measuringpolyphony.org/#/score/iiif/https%25253A%25252F%25252Fmuret.dlsi.ua.es%25252Fiiif%25252F6%25252F223%25252Fmanifest.json
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
Pedro Bermudez
Zoom level: 3
166r.jpg - 167r.jpg
Go
Score Editor
Score Editor Help
Return to Music Input
Download MEI File(s)
Copy MEI Score to Clipboard
16 Missa de Bomba
superius
altus
tenor
bassus
166v.jpg_p1_s1
166v.jpg_p1_s2
167r.jpg_p1_s1
167r.jpg_p1_s2
166v.jpg_p1_s4
166v.jpg_p1_s5
167r.jpg_p1_s4
167r.jpg_p1_s5
Bar by: semibreve
Switch to Modern Clefs
Add Dissonance Labels
Continue in Editorial Mode


MuRET
Editor
editor.measuringpolyphony.org/#/score/iiif/https%25253A%25252F%25252Fmuret.dlsi.ua.es%25252Fiiif%25252F6%25252F223%25252Fmanifest.json
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
Pedro Bermudez
Zoom level: 3
166r.jpg - 167r.jpg
Go
Score Editor
Score Editor Help
Return to Music Input
Download MEI File(s)
Copy MEI Score to Clipboard
16 Missa de Bomba
superius
altus
tenor
bassus
166v.jpg_p1_s1
166v.jpg_p1_s2
167r.jpg_p1_s1
167r.jpg_p1_s2
166v.jpg_p1_s4
166v.jpg_p1_s5
167r.jpg_p1_s4
167r.jpg_p1_s5
Bar by: semibreve
Switch to Modern Clefs
Add Dissonance Labels
Continue in Editorial Mode
KODAK Color Control Patches
166v


MuRET
Editor
editor.measuringpolyphony.org/#/score/iiif/https%25253A%25252F%25252Fmuret.dlsi.ua.es%25252Fiiif%25252F6%25252F223%25252Fmanifest.json
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
Pedro Bermudez
Zoom level: 3
166r.jpg - 167r.jpg
Go
Score Editor
Score Editor Help
Return to Music Input
Download MEI File(s)
Copy MEI Score to Clipboard
16 Missa de Bomba
superius
altus
tenor
bassus
166v.jpg_p1_s1
166v.jpg_p1_s2
167r.jpg_p1_s1
167r.jpg_p1_s2
166v.jpg_p1_s4
166v.jpg_p1_s5
167r.jpg_p1_s4
167r.jpg_p1_s5
Bar by: semibreve
Switch to Modern Clefs
Add Dissonance Labels
Continue in Editorial Mode


MuRET
Editor
editor.measuringpolyphony.org/#/score/iiif/https%25253A%25252F%25252Fmuret.dlsi.ua.es%25252Fiiif%25252F6%25252F223%25252Fmanifest.json
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
Pedro Bermudez
Zoom level: 3
166r.jpg - 167r.jpg
Go
Score Editor
Score Editor Help
Return to Music Input
Download MEI File(s)
Copy MEI Score to Clipboard
16 Missa de Bomba
superius
altus
tenor
bassus
166v.jpg_p1_s1
166v.jpg_p1_s2
167r.jpg_p1_s1
167r.jpg_p1_s2
166v.jpg_p1_s4
166v.jpg_p1_s5
167r.jpg_p1_s4
167r.jpg_p1_s5
Bar by: semibreve
Switch to Modern Clefs
Add Dissonance Labels
Continue in Editorial Mode
KODAK Color Control Patches
166v



superius

166v.jpg_p1_s1

166v.jpg_p1_s2

altus

C3

167r.jpg_p1_s1

167r.j

tenor

C3

166v.jpg_p1_s4

166v.

bassus

C3

167r.jpg_p1_s4

167r.jpg_p1_s5

Bar by: semibreve Switch to Modern Clefs Add Dissonance Labels

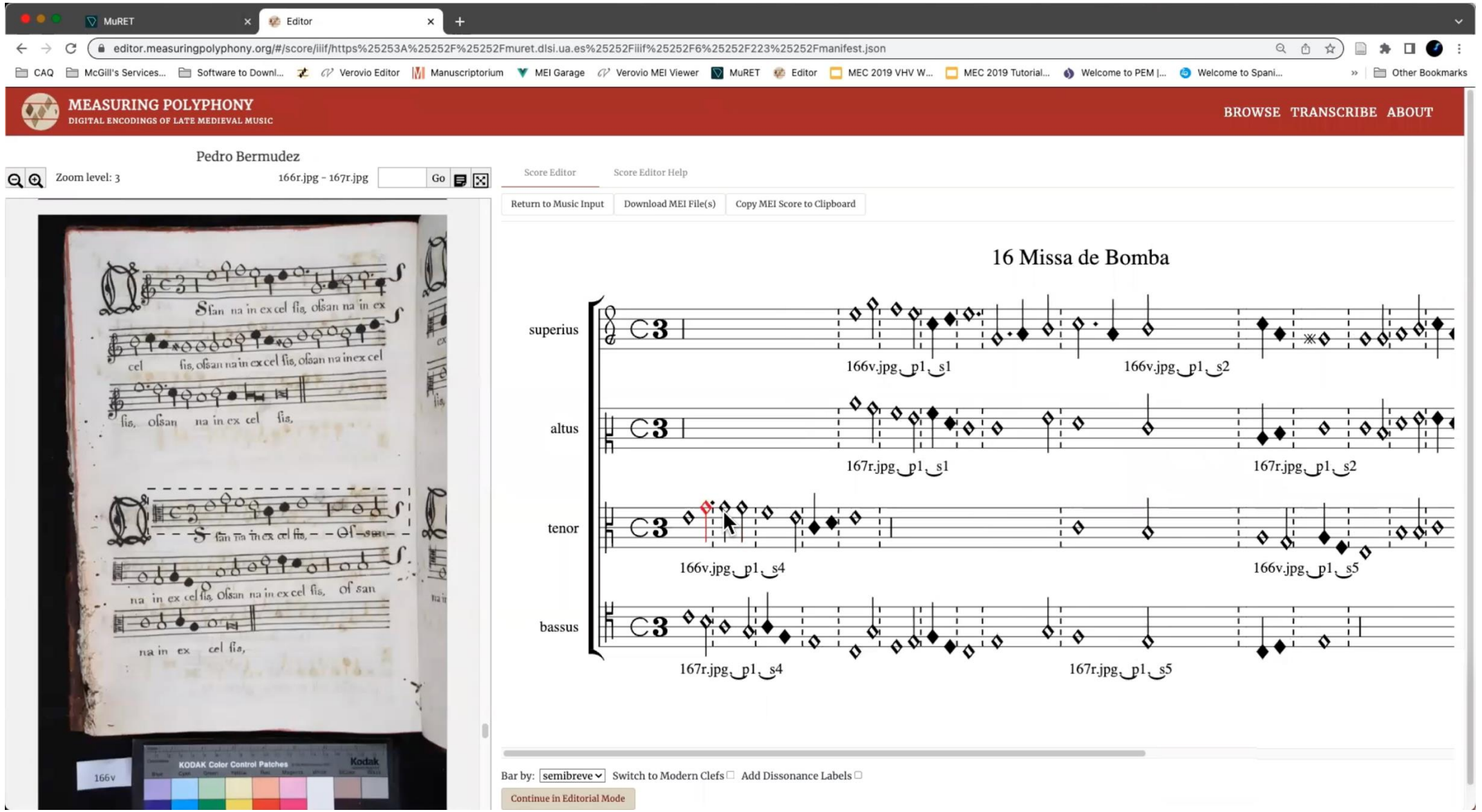
Continue in Editorial Mode

2. Sistema experto de interpretación rítmica de notación mensural

- Sistema experto (conjunto de reglas)
- De interpretación de la duración de las notas en notación mensural
- Según los principios de imperfección y alteración
- Esto permite transcribir las voces a partitura

→ Integré este sistema dentro del Measuring Polyphony Editor

- Se puede seguir editando la partitura (añadir / remover / cambiar notas)
- Todos estos cambios tienen efecto en el alineamiento de las voces
- También se pueden guardar estos cambios como “correcciones editoriales”

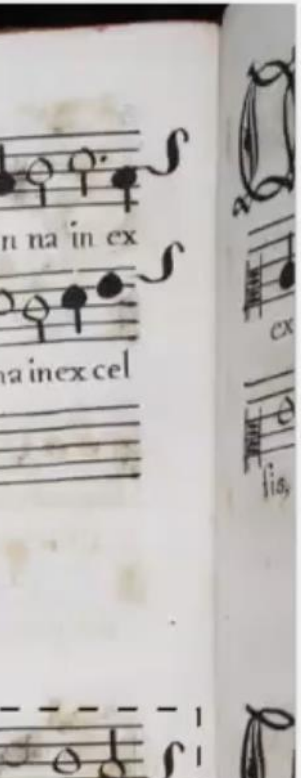

MuRET
Editor
editor.measuringpolyphony.org/#/score/iiif/https%25253A%25252F%25252Fmuret.dlsi.ua.es%25252Fiiif%25252F6%25252F223%25252Fmanifest.json
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
Pedro Bermudez
Zoom level: 3
166r.jpg - 167r.jpg
Go
Score Editor
Score Editor Help
Return to Music Input
Download MEI File(s)
Copy MEI Score to Clipboard
16 Missa de Bomba
superius
altus
tenor
bassus
166v.jpg_p1_s1
166v.jpg_p1_s2
167r.jpg_p1_s1
167r.jpg_p1_s2
166v.jpg_p1_s4
166v.jpg_p1_s5
167r.jpg_p1_s4
167r.jpg_p1_s5
Bar by: semibreve
Switch to Modern Clefs
Add Dissonance Labels
Continue in Editorial Mode

https%25253A%25252F%25252Fmuret.dlsi.ua.es%25252Fiiif%25252F6%25252F223%25252Fmanifest.json

Verovio Editor | Manuscriptorium | MEI Garage | Verovio MEI Viewer | MuRET | Editor | MEC 2019 VHV W... | MEC 2019 Tutorial... | Welcome to PEM |... | Welcome to Spani...

BROWSE TRAN

167r.jpg Go



Score Editor | Score Editor Help

Return to Music Input | Download MEI File(s) | Copy MEI Score to Clipboard

16 Missa de Bomba

superius

166v.jpg_p1_s1 166v.jpg_p1_s2

altus

167r.jpg_p1_s1 167r.jpg_p1

Transcripción semiautomática de la música mensural a partir de imágenes digitales

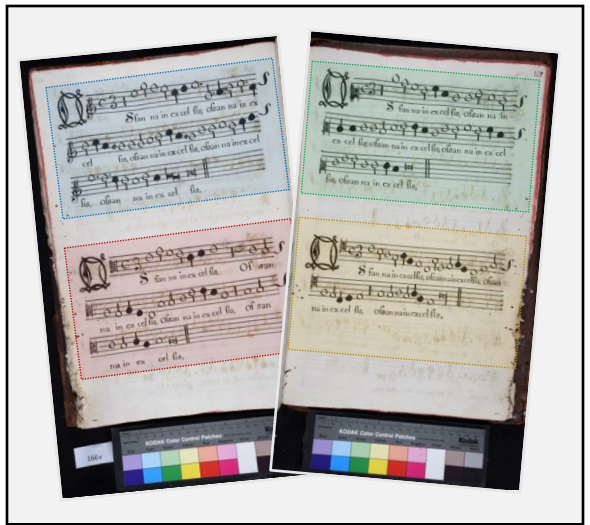
Reconocimiento óptico de caracteres

Optical music recognition (OMR)

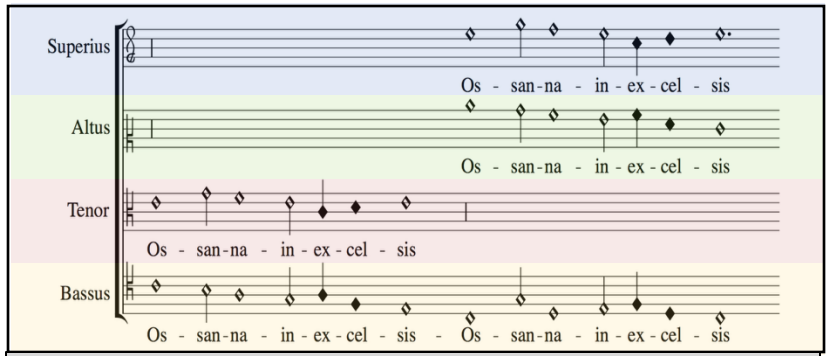
MUSCRIPT
Music Recognition, encoding, and transcription

Alineamiento automático de voces en partitura y correcciones editoriales

MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC



Imágenes digitales



Archivo "MEI Score"

interpretación de la duración de las notas y alineamiento de las voces en partitura

Herramientas específicas para la notación mensural

1. **Editor de notación mensural**
   - Su integración con el **OMR**
2. **Sistema experto para la interpretación rítmica** de la notación mensural (según los principios de imperfección y alteración)
3. **Herramienta de análisis de contrapunto** aplicada a detección de errores

3. Herramienta de análisis de contrapunto

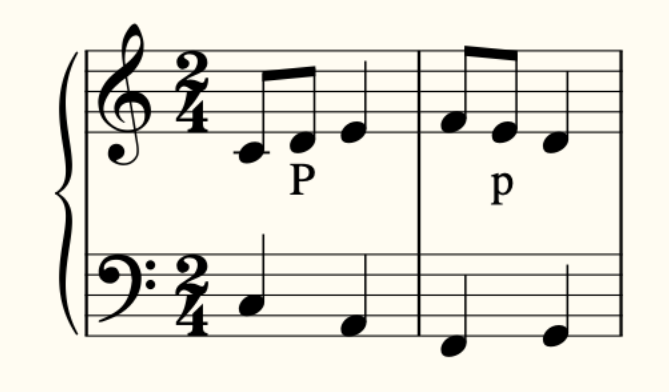
- Junto con Craig Sapp (desarrollador de *humlib*) y Juliette Regimbal (desarrolladora del *MP Editor*)
- Tomamos una **herramienta de análisis musical**, específicamente **contrapunto**
- Y la integramos dentro del MP Editor

- **Objetivo:** Facilitar la ubicación de errores del escriba y la corrección de estos
- La herramienta integrada es el ***Dissonant Filter***
- Herramienta pre-existente desarrollado por Alex Morgan

3. Herramienta de análisis de contrapunto

¿Qué hace el *dissonant filter*?

Marca las notas disonantes según su función (e.g., notas de paso) con una etiqueta

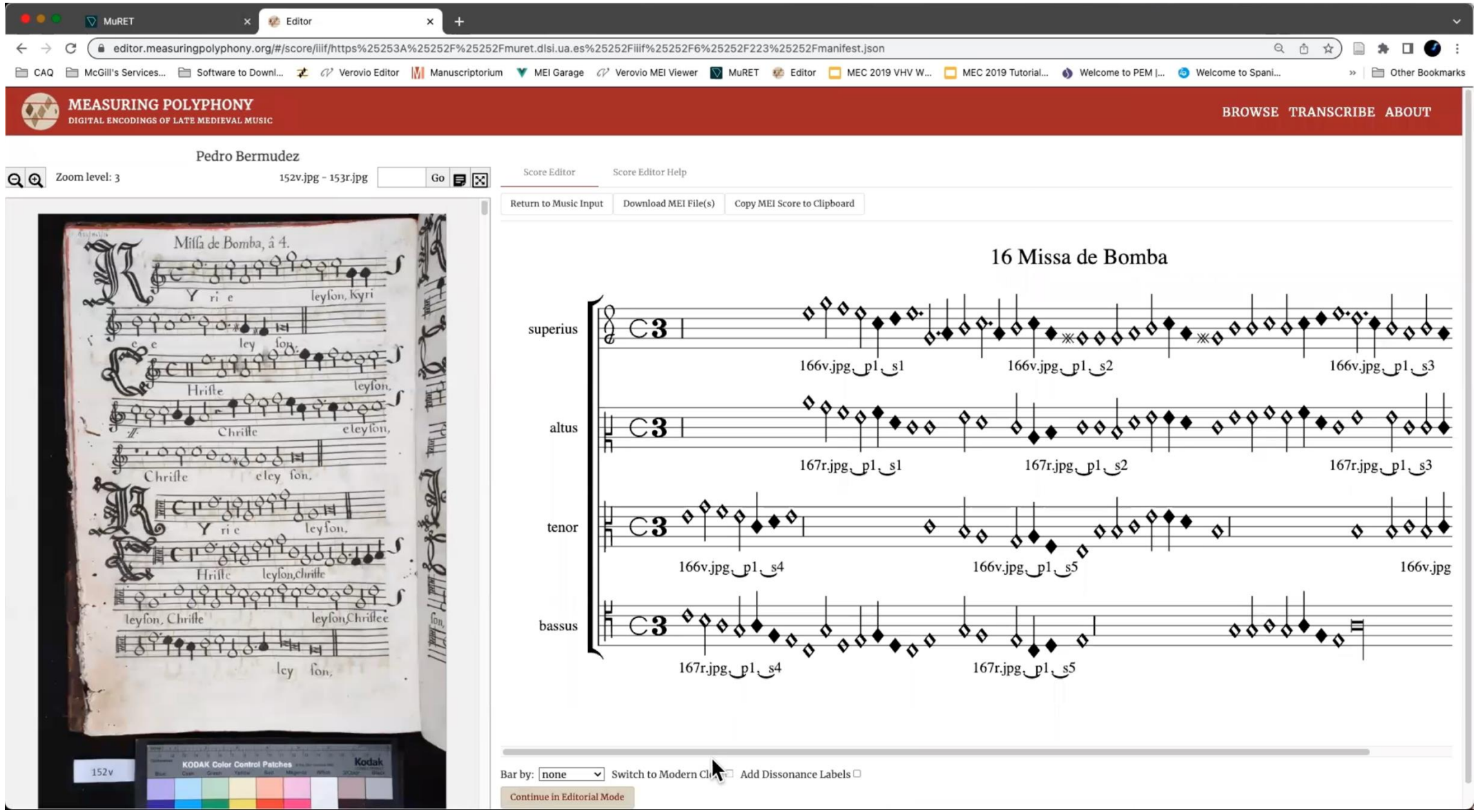


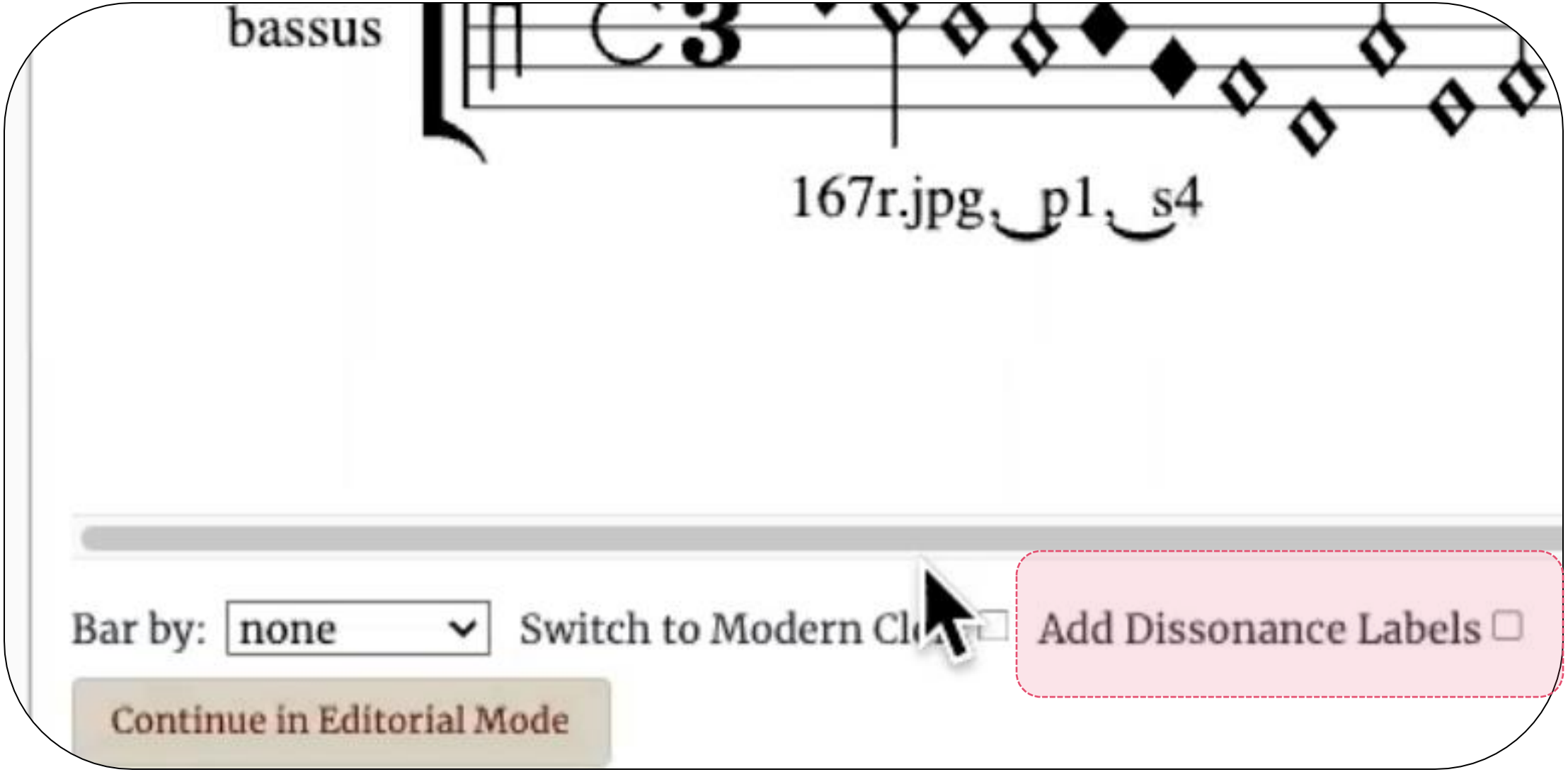
https://doc.verovio.humdrum.org/filter/dissonant/#dissonance-summaries

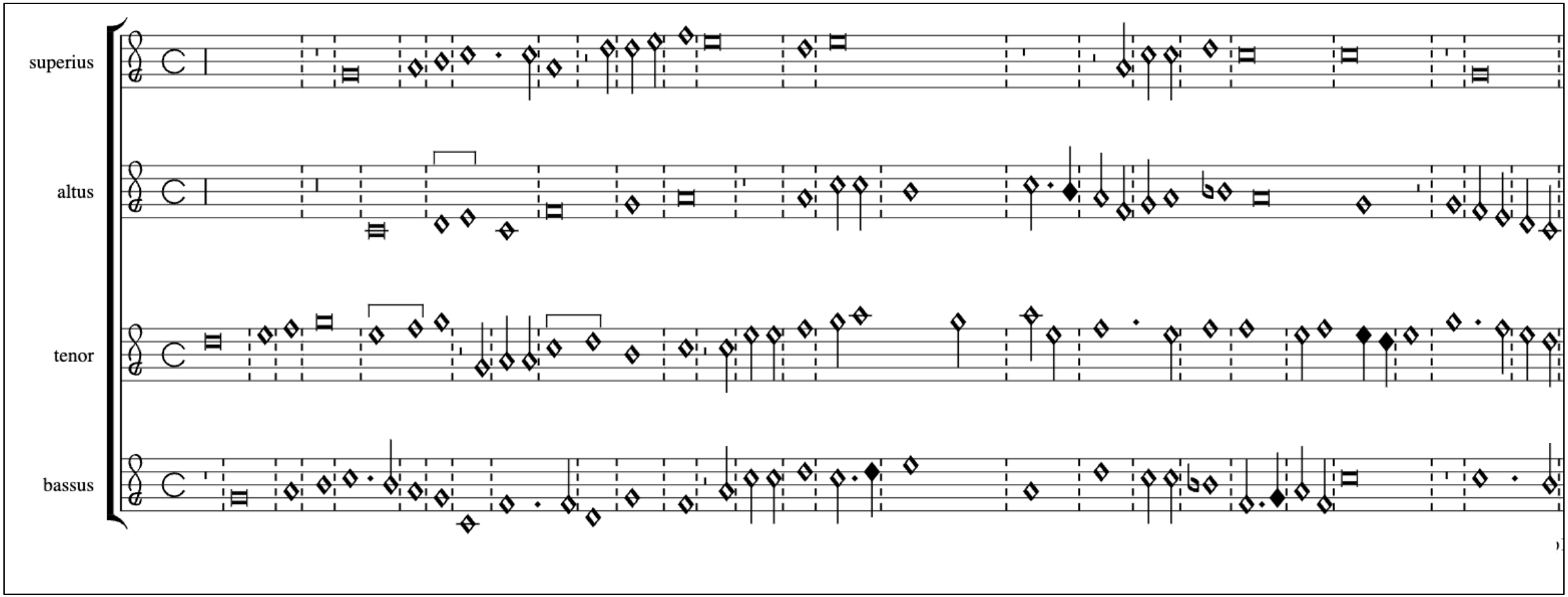
Label	Meaning	Label	Meaning
P	rising passing tone	p	downward passing tone
N	upper neighbor	n	lower neighbor
D	double neighbor upper then lower	d	double neighbor lower then upper
E	upper échappée	e	lower échappée
C	ascending short nota cambiata	c	descending short nota cambiata
K	ascending long nota cambiata	k	descending long nota cambiata
A	rising anticipation	a	descending anticipation
I	reverse ascending nota cambiata	i	reverse descending nota cambiata
J	reverse upper échappée	j	reverse lower échappée
S	ternary suspension	s	binary suspension
G	ternary suspension agent	g	binary suspension agent
F	fake susp. approached by step up	f	fake susp. approached by step down
x	resolution against suspension dissonance	r	suspension repeated note
M	suspension missing agent approached by step up	m	suspension missing agent approached by step down
o	purely ornamental suspension	h	chanson idiom
Q	dissonant 3rd quarter rising passing tone	q	dissonant 3rd quarter falling passing tone
B	dissonant 3rd quarter upper neighbor	b	dissonant 3rd quarter lower neighbor
T	appoggiatura approached from below	t	appoggiatura approached from above
V	ascending accented passing tone	v	descending accented passing tone
W	accented upper neighbor	w	accented lower neighbor
Y	only dissonant against known dissonance asc.	y	only dissonant against known dissonance desc.
Z	unclassified dissonance, 2nd or 7th interval	z	unclassified dissonance, 4th interval

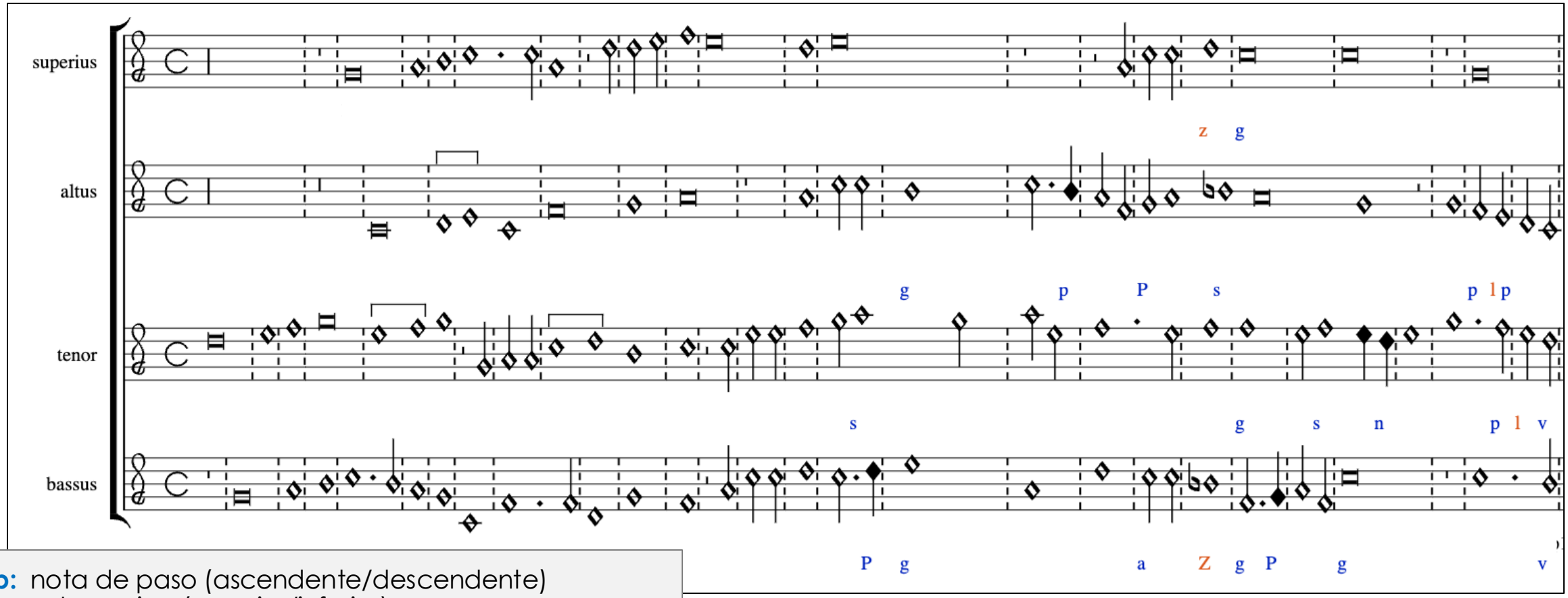
3. Herramienta de análisis de contrapunto

¿Cómo lo adaptamos para trabajar en el MP Editor?


MuRET
Editor
editor.measuringpolyphony.org/#/score/iiif/https%25253A%25252F%25252Fmuret.dlsi.ua.es%25252Fiiif%25252F6%25252F223%25252Fmanifest.json
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC
BROWSE TRANSCRIBE ABOUT
Pedro Bermudez
Zoom level: 3
152v.jpg - 153r.jpg
Go
Score Editor
Score Editor Help
Return to Music Input
Download MEI File(s)
Copy MEI Score to Clipboard
16 Missa de Bomba
superius
altus
tenor
bassus
166v.jpg_p1_s1
166v.jpg_p1_s2
166v.jpg_p1_s3
167r.jpg_p1_s1
167r.jpg_p1_s2
167r.jpg_p1_s3
166v.jpg_p1_s4
166v.jpg_p1_s5
166v.jpg
167r.jpg_p1_s4
167r.jpg_p1_s5
Missa de Bomba, â 4.
152v
KODAK Color Control Patches
Bar by: none
Add Dissonance Labels
Continue in Editorial Mode


bassus
167r.jpg_p1_s4
Bar by:
none
Switch to Modern Cl
Add Dissonance Labels
Continue in Editorial Mode


superius
altus
tenor
bassus



P/p: nota de paso (ascendente/descendente)
N/n: nota vecina (superior/inferior)
s: suspensión
g: agente de la suspensión
Z/z: disonancia con función desconocida (2da o 7ma / 4^{a})
l: disonancia con función desconocida en movimiento paralelo

Disonancias cuya función es "conocida" vs. aquellas con función "desconocida"

(las etiquetas vienen del dissonance filter de humlib, desarrollado por Alx Morgan y Cdraig Sapp para el Josquin Research Project)

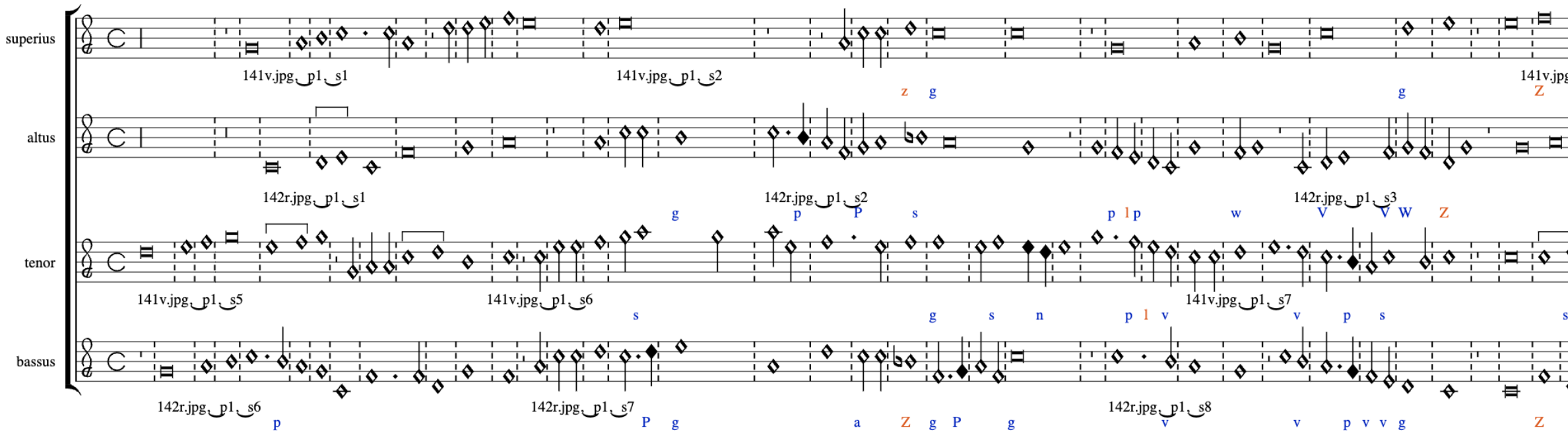
3. Herramienta de análisis de contrapunto

¿Con qué objetivo?

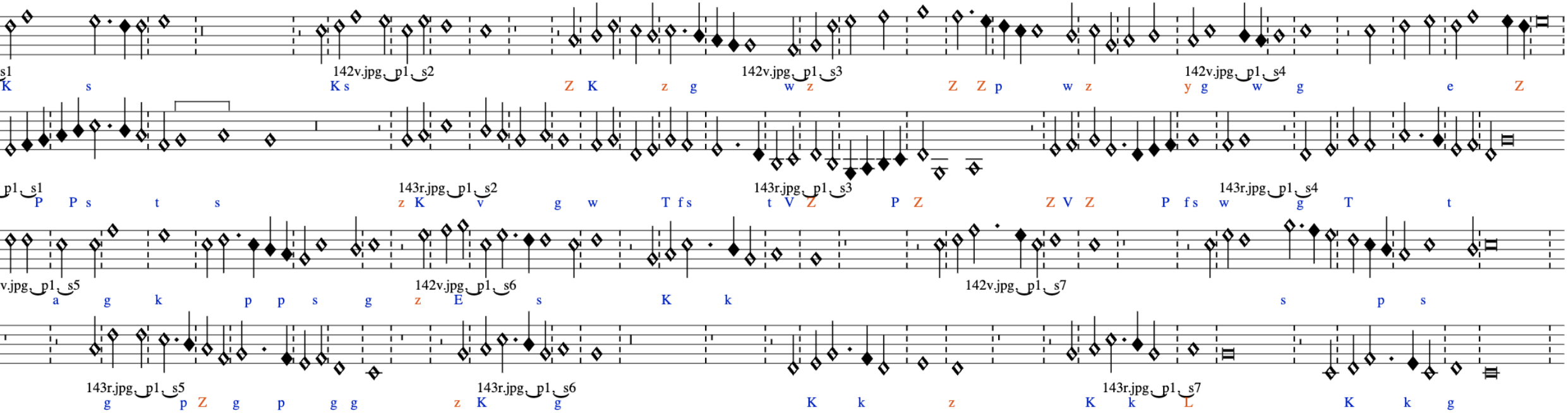
(1) Facilitar la **ubicación** de errores del copista

(2) y la **corrección** de los mismos

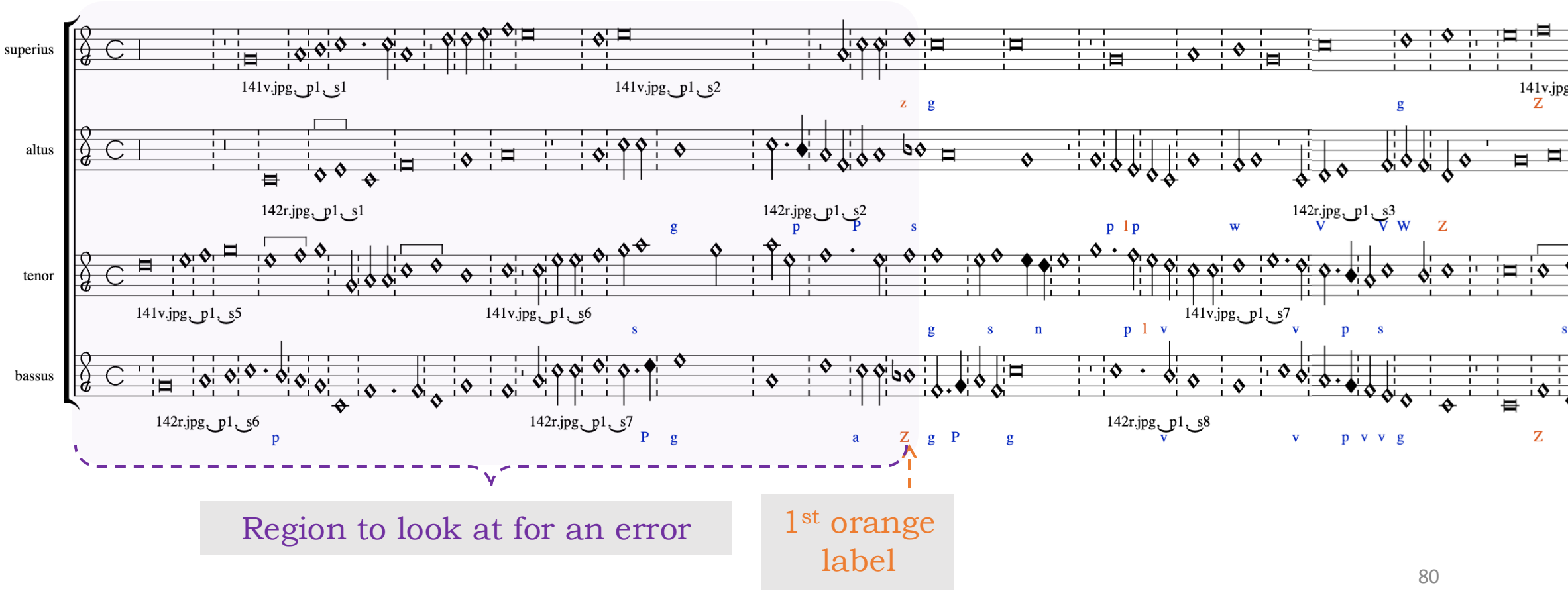
1. Facilita la ubicación de errores
→ reduce la región de búsqueda



1. Facilita la ubicación de errores
→ reduce la región de búsqueda

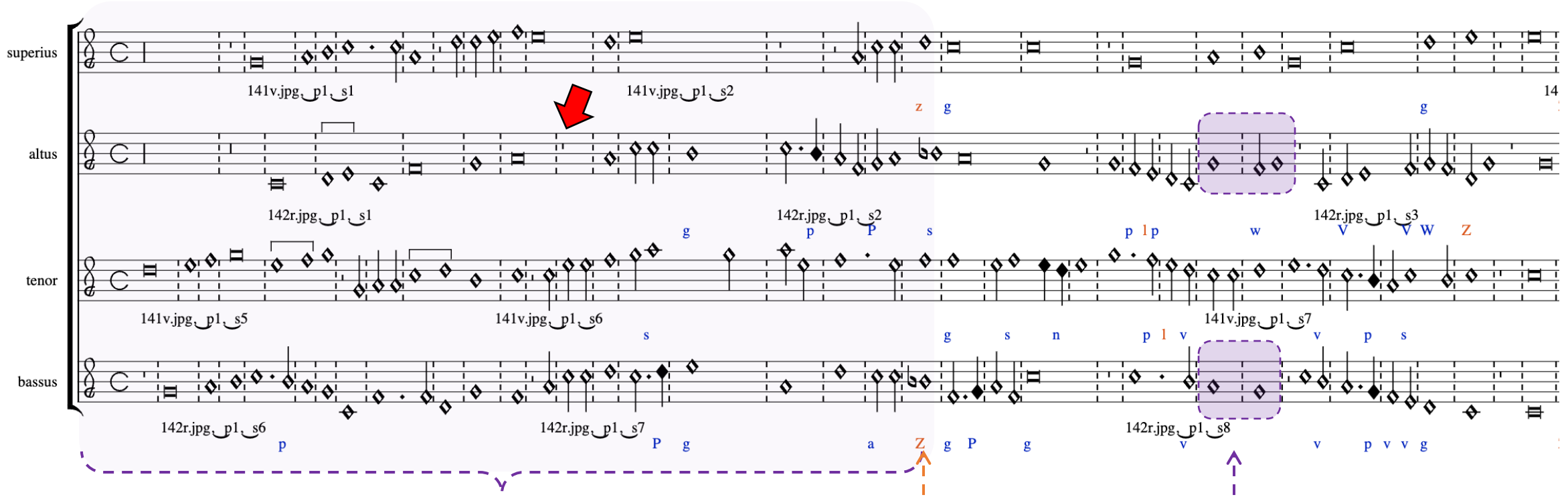


1. Facilita la ubicación de errores
→ reduce la región de búsqueda



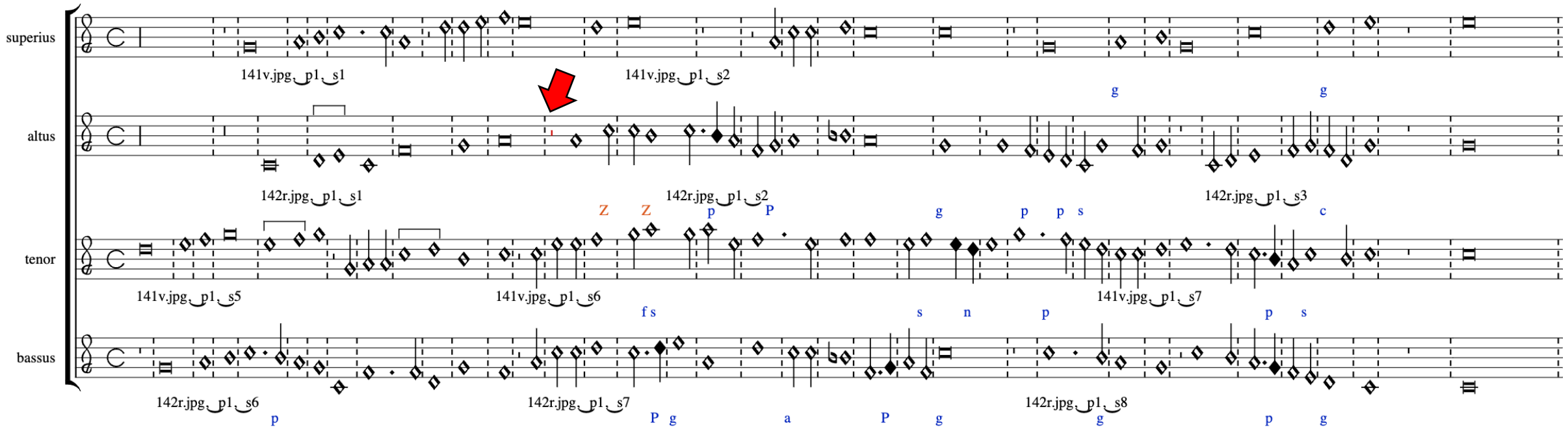
2. Facilita la corrección de los errores →

Actualización de etiquetas luego de la corrección



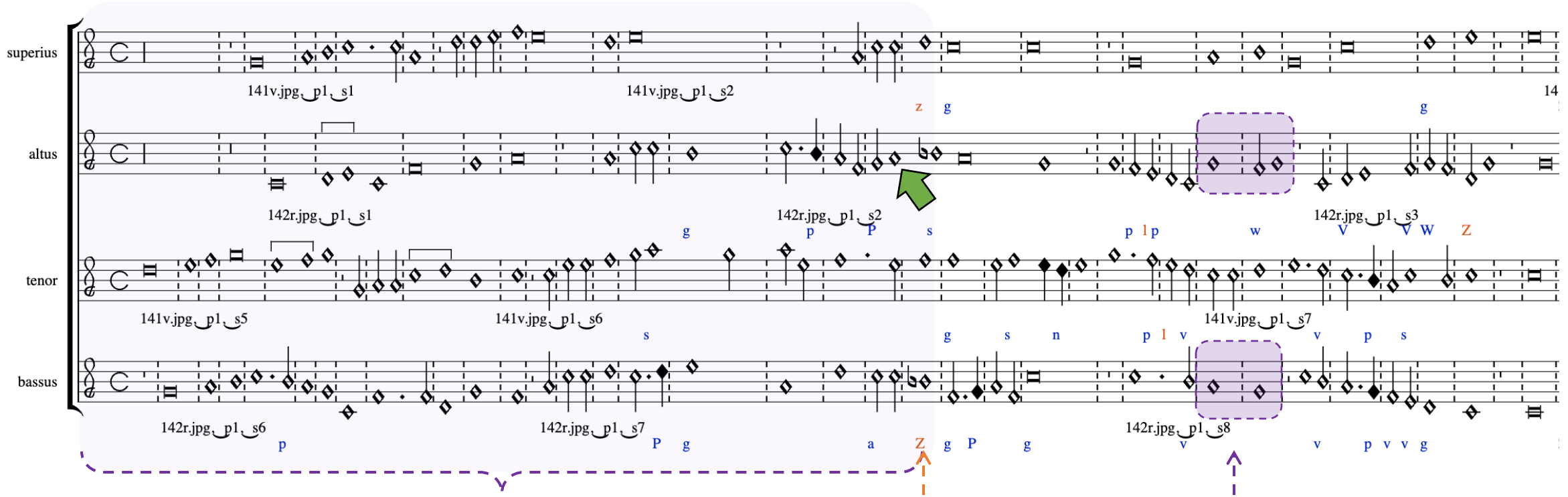
2. Facilita la corrección de los errores →

Actualización de etiquetas luego de la corrección



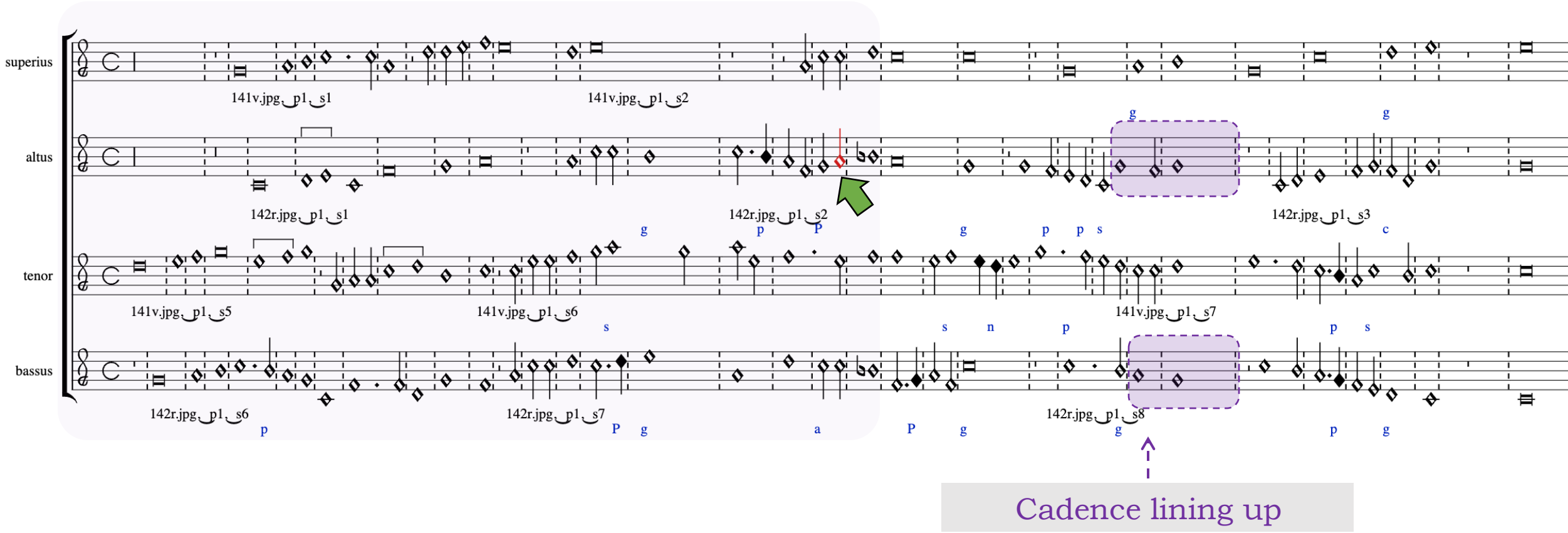
2. Facilita la corrección de los errores →

Actualización de etiquetas luego de la corrección



2. Facilita la corrección de los errores →

Actualización de etiquetas luego de la corrección



Tecnologías para la transcripción semiautomática de la música mensural a partir de imágenes digitales

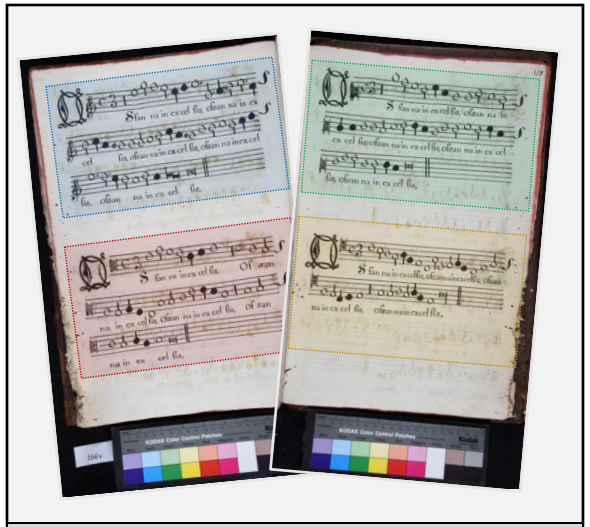
Reconocimiento óptico de caracteres

Optical music recognition (OMR)

MUSCIMA++
Music Recognition, encoding, and transcription

Alineamiento automático de voces en partitura y correcciones editoriales

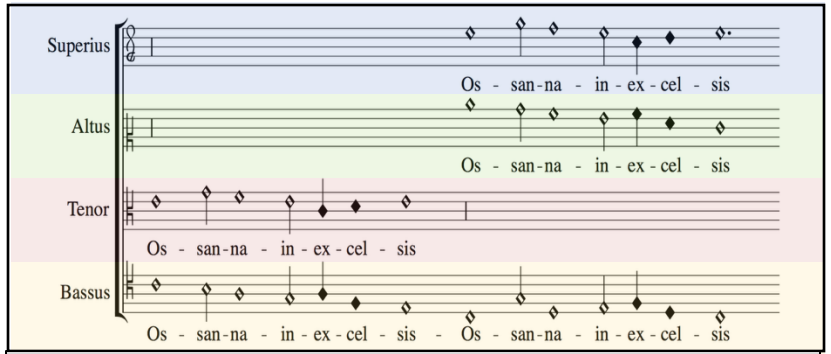
MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC



Imágenes digitales

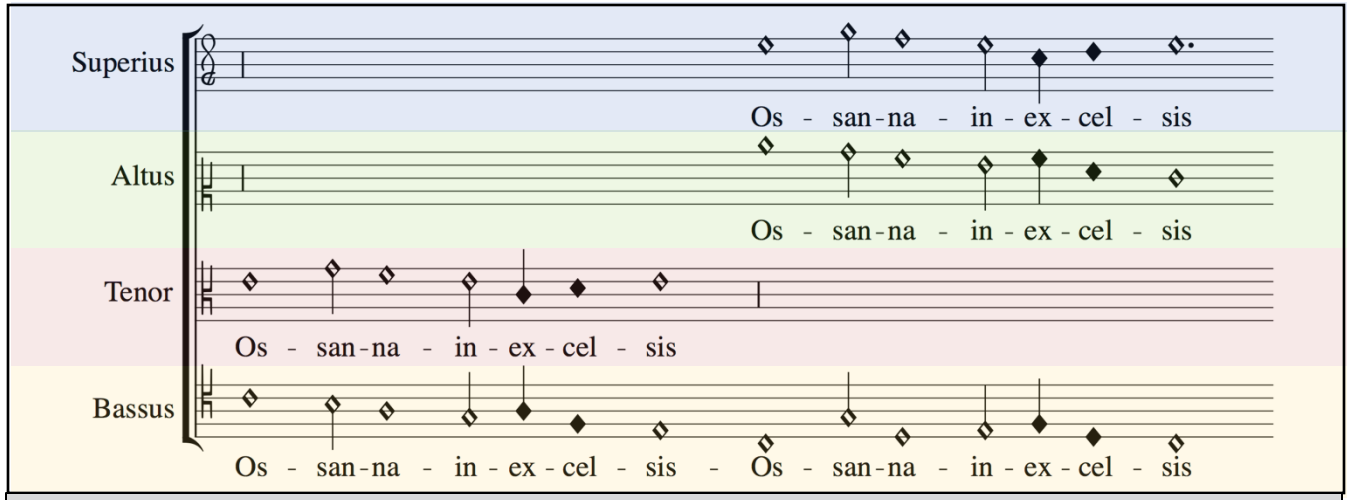
```
<mei>
 <music>
  <staff n="1">
   <clef line="2" shape="G"/>
   <note dur="semibrevis" pname="g" oct="5"/>
   <note dur="semibrevis" pname="d" oct="5"/>
   <dot/>
   <note dur="minima" pname="c" oct="5"/>
   <ligature form="recta">
    <note dur="semibrevis" pname="d" oct="5"/>
    <note dur="semibrevis" pname="g" oct="4"/>
   </ligature>
   <note dur="brevis" pname="b" oct="4"/>
  </staff>
 </music>
</mei>
```

Archivo “MEI Parts”
codifica los **símbolos** de cada parte o voz en las imágenes



Archivo “MEI Score”
interpretación de la duración de las notas y alineamiento de las voces en partitura

Mayor acceso



Representación simbólica (i.e., **legible por un ordenador**) de las voces en **partitura** con la **duración de las notas interpretada**

Reproducción de **audio**

Transcribir **automáticamente** la partitura a **notación moderna**

Facilitar estudios de concordancias

Paso previo: digitalización

Digitalización
(fotografiar folios)

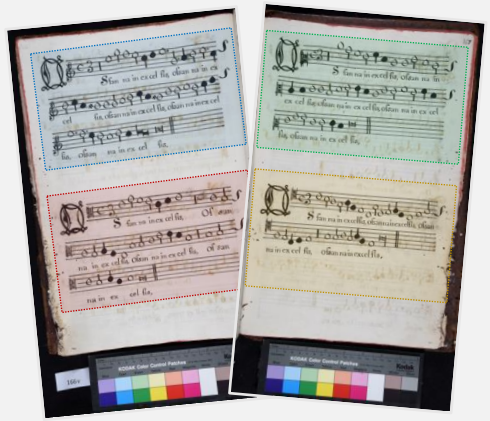
Reconocimiento óptico de caracteres
Optical music recognition (OMR)

MUSCIMA++
Music Recognition, encoding, and transcription

Alineamiento automático de voces en partitura
interpretación de la notación mensural
y correcciones editoriales

MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC

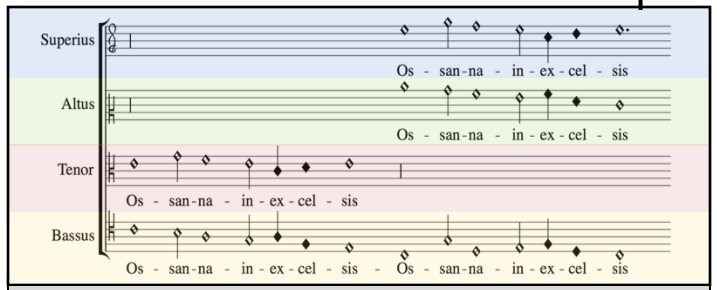
Manuscrito



Imágenes digitales

```
<mei>
 <music>
  <staff n="1">
   <clef line="2" shape="G"/>
   <note dur="semibrevis" pname="g" oct="5"/>
   <note dur="semibrevis" pname="d" oct="5"/>
   <dot/>
   <note dur="minima" pname="c" oct="5"/>
   <ligature form="recta">
    <note dur="semibrevis" pname="d" oct="5"/>
    <note dur="semibrevis" pname="g" oct="4"/>
   </ligature>
   <note dur="brevis" pname="b" oct="4"/>
  </staff>
 </music>
</mei>
```

Archivo “MEI Parts”
codifica los **símbolos** de cada parte o voz en las imágenes



Archivo “MEI Score”
interpretación de la duración de las notas y alineamiento de las voces en partitura

Resumen de mis experiencias

- Primer acercamiento a **tecnologías** desarrolladas para la **codificación** de documentos de **música antigua** en **formatos simbólicos**
- Implicaciones:
    1. Mejorar el acceso
        A. Facilita la búsqueda (melódica)
        B. Reproducción de audio y transcripción automática a notación moderna
    2. Facilitar el análisis musical
- El **OMR** facilita todo esto al permitir la **codificación de la música de una forma semiautomática**
- **Otras tecnologías** que también **colaboran** en la **codificación semiautomática** de la **música antigua** (específicamente, para notación **mensural**)

Experiencia postdoctoral

Canto llano

Notación aquitana y notación cuadrada

Herramientas de búsqueda de información para asistir el análisis musicológico

Proyecto ECHOES

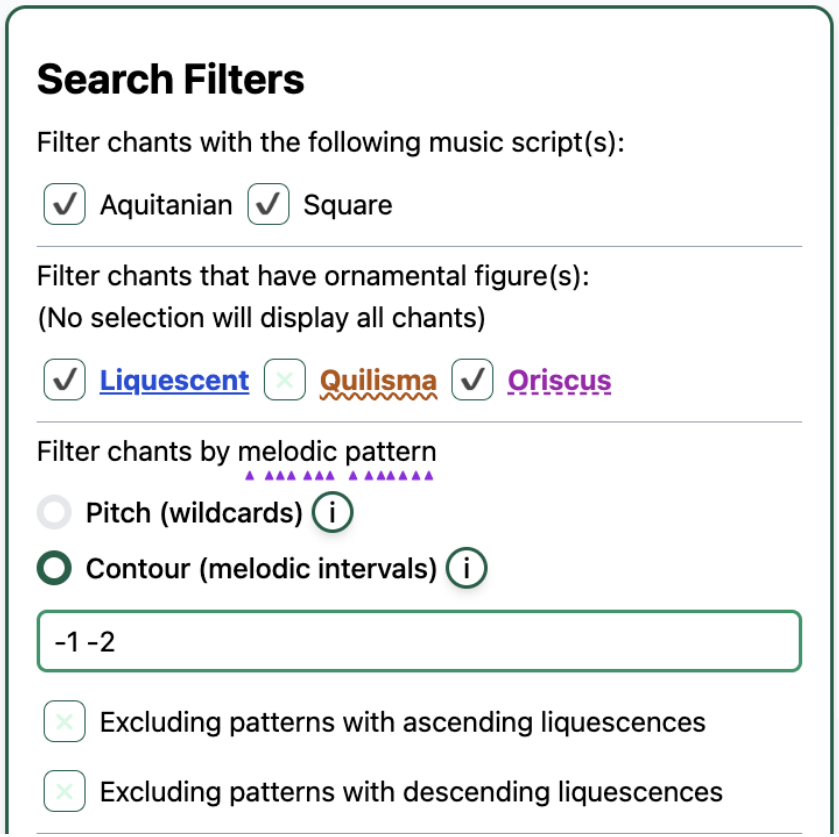
El Proyecto ECHOES tiene el objetivo de entender la historia y evolución del canto llano en Braga (región en el norte de Portugal) durante los siglos XI al XVII. La idea es explorar el proceso de creación y transmisión musical de dos estilos de notación utilizados en este periodo (Aquitana—utilizada hasta el siglo XV—y cuadrada) por medio de herramientas digitales de análisis musical.

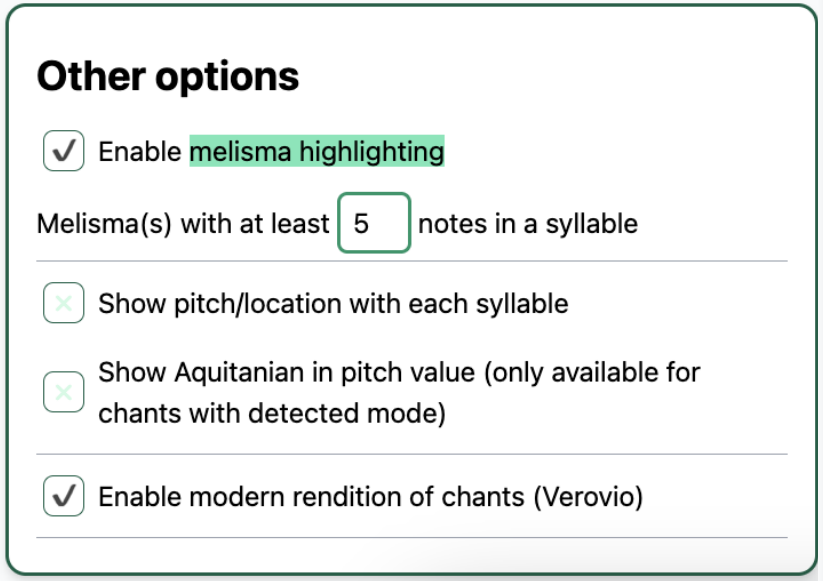
https://echoes.fcsh.unl.pt

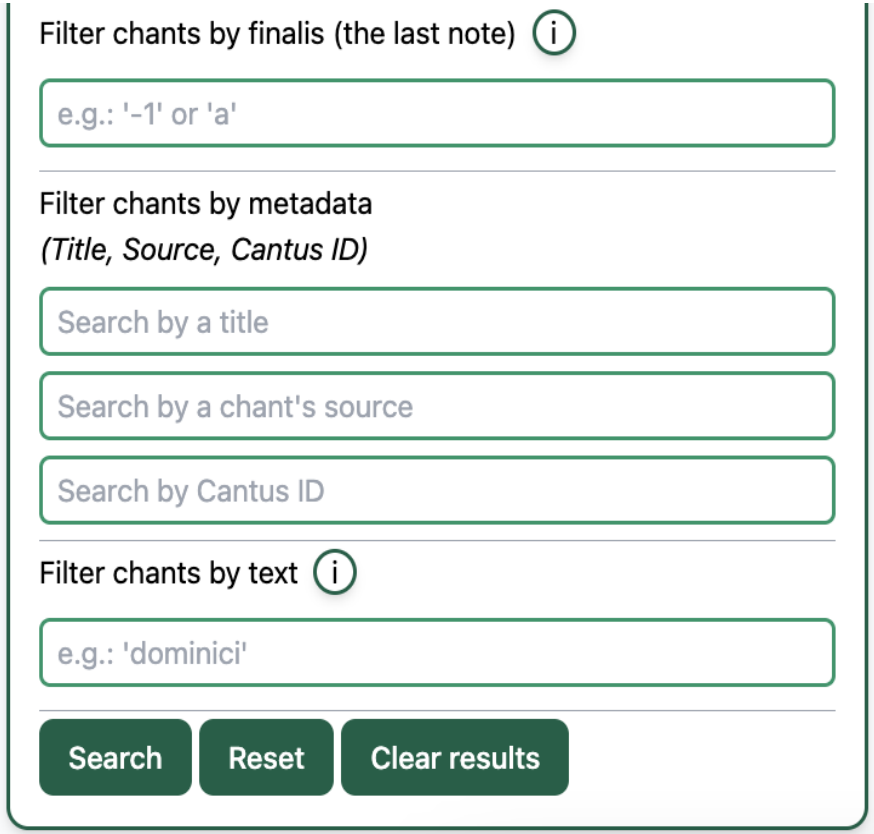
Proyecto ECHOES

- Potencial de la música codificada
- Una vez codificada la música, es posible la **búsqueda, extracción y procesamiento de la información** para su posterior **análisis musicológico**

- ECHOES cuenta con un prototipo de herramienta para el análisis musical de canto llano codificado en MEI







Herramientas de búsqueda del
"ECHOES MEI Analyser" para
facilitar el análisis por parte de los **expertos**

Search Filters

Filter chants with the following music script(s):

☑ Aquitanian ☑ Square

Filter chants that have ornamental figure(s):
(No selection will display all chants)

☑ Liquescent ☐ Quilisma ☑ Oriscus

Filter chants by melodic pattern

○ Pitch (wildcards) ⓘ

◉ Contour (melodic intervals) ⓘ

-1 -2

☐ Excluding patterns with ascending liquescences

☐ Excluding patterns with descending liquescences

Other options

☑ Enable melisma highlighting

Melisma(s) with at least 5 notes in a syllable

☐ Show pitch/location with each syllable

☐ Show Aquitanian in pitch value (only available for chants with detected mode)

☑ Enable modern rendition of chants (Verovio)

Filter chants by finalis (the last note) ⓘ

e.g.: '-1' or 'a'

Filter chants by metadata
(Title, Source, Cantus ID)

Search by a title

Search by a chant's source

Search by Cantus ID

Filter chants by text ⓘ

e.g.: 'dominici'

Search | Reset | Clear results

Search Results

Found **2** chants from the search options.

Title	Music Script	Text	Source	Options
Ecce virgo	Aquitanian	Ecce virgo concipiet et pariet filium et vocabitur nomen ejus hemanuel	P-BRad Pastas 011, 007r	More Details
Tu mandasti	Aquitanian	Tu mandasti mandata tua custodire nimis utinam dirigantur vie mee ad custodiendas justificationes tuas	P-BRad Pastas 009, 035r	More Details

Search Filters

Filter chants with the following music script(s):

☑ Aquitanian ☑ Square

Filter chants that have ornamental figure(s):
(No selection will display all chants)

☑ Liquescent ☐ Quilisma ☑ Oriscus

Filter chants by melodic pattern

○ Pitch (wildcards) (i)

◉ Contour (melodic intervals) (i)

-1 -2

Other options

☑ Enable melisma highlighting

Melisma(s) with at least 5 notes in a syllable

Search Results

Found **2** chants from the search options.

Title	Music Script	Text	Source	Options
Ecce virgo	Aquitanian	Ecce virgo concipiet et pariet filium et vocabitur nomen ejus hemanuel	P-BRad Pastas 011, 007r	More Details

Chant Information

Neume Distribution Chart

Modern Rendition

Title	Music Script	Text	Source	Options
Tu mandasti	Aquitanian	Tu mandasti mandata tua custodire nimis utinam dirigantur vie mee ad custodiendas justificationes tuas	P-BRad Pastas 009, 035r	More Details

Title	Music Script	Text	Source	Options
Ecce virgo	Aquitanian	Ecce virgo concipiet et pariet filium et vocabitur nomen ejus hemanuel	P-BRad Pastas 011, 007r	More Details

Chant Information

Title: Ecce virgo
Source: P-BRad Pastas 011, 007r
Cantus ID: 503007
PEM Database URL: https://pemdatabase.eu/gallery-item/14498
Music Script: Aquitanian
Possible Mode(s): 1
Mode Analysis:

- The **finalis** is located 2 steps below the line (position -2).
- The **rhomboidal punctum** can be found exclusively three steps above the line (+3) or one step below the line (-1).

Possible mode(s) include mode 1. The pitch of the line is 'F'.

For more information, see Mode Detection for Aquitanian Script (github.com)
MEI File: 009_C09_ecce-virgo_pem84548_aquit_AQUIT.mei (GitHub)

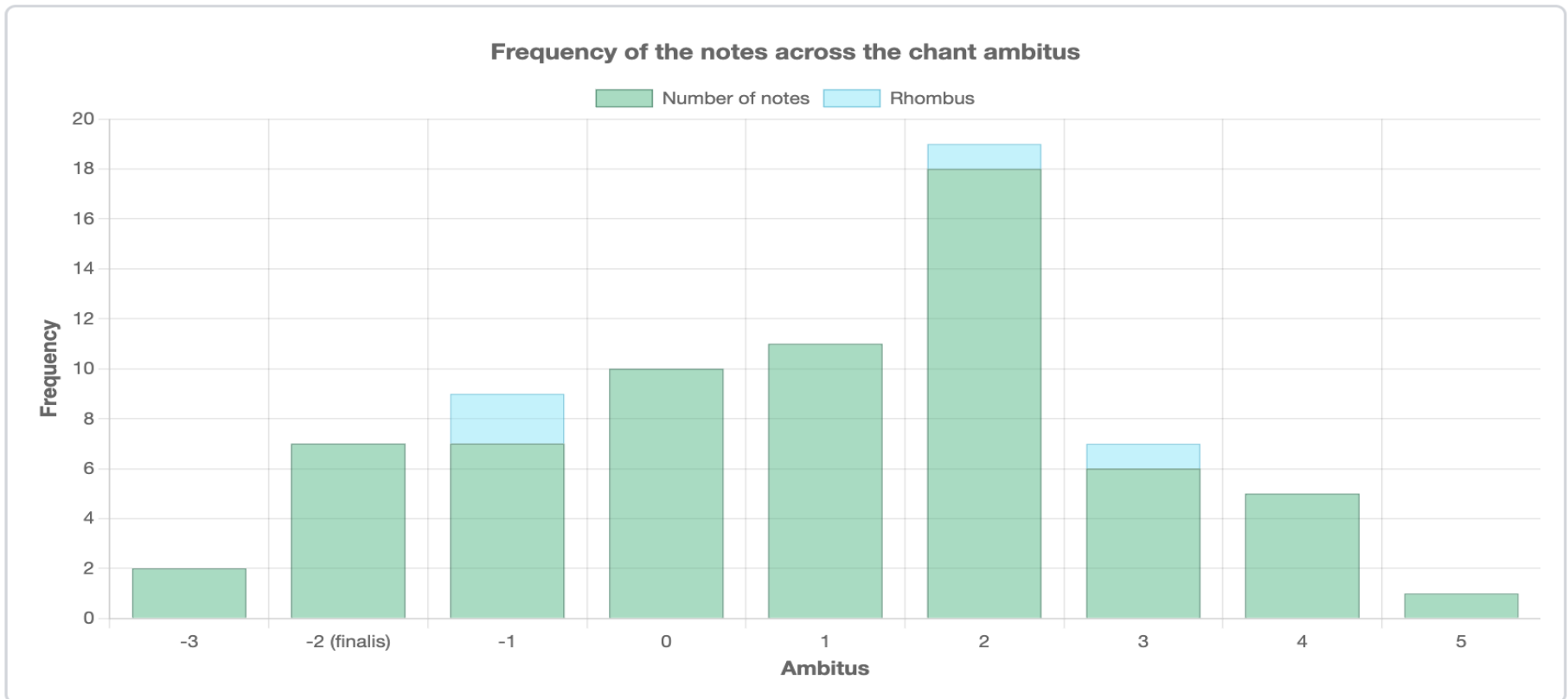
Neume Distribution Chart

Modern Rendition

Title	Music Script	Text	Source	Options
Ecce virgo	Aquitanian	Ecce virgo concipiet et pariet filium et vocabitur nomen ejus hemanuel	P-BRad Pastas 011, 007r	More Details

Chant Information

Neume Distribution Chart



Modern Rendition

Análisis computacional

- Una vez codificada la música, es posible la **búsqueda, extracción y procesamiento de la información** para su posterior **análisis**

- En el futuro, con más datos codificados, se usará esta herramienta para estudiar jor la evolución del canto llano en el periodo y región en cuestión (siglos XI a XVII en Braga)
- Observando cambios en los cantos escritos en notación aquitana (más antigua) vs. cuadrada (más “moderna”)

Análisis computacional

- Las herramientas de análisis computacional pueden permitir el análisis a macro escala
  - La máquina puede procesar una mayor cantidad de información en menor tiempo que un humano
  - El experto es quien solicita a la máquina la información a procesar y quien interpreta los resultados

- Capacidad de potenciar la investigación musicológica

Conclusiones

Conclusiones

- Aplicación de tecnologías digitales al estudio de la música antigua
- Cómo la codificación de la música contribuye a su:
  - **Preservación**
  - **Acceso** → búsqueda, transcripción moderna, reproducción en audio
  - **Análisis** → extracción de información por un ordenador, la cuál puede ser analizada por el experto o por el mismo ordenador dependiendo de la cantidad de información a procesar
- Tecnologías: OMR, editores gráficos de notación, sistemas expertos en la interpretación de notación mensural, herramientas de análisis musical y extracción de información
- Importancia de la **colaboración entre tecnólogos y musicólogos** para el desarrollo de estas herramientas

¡Muchas gracias!

marthathomae@fcsh.unl.pt

https://martha-thomae.github.io/projects/guatemala.html

Music Encoding Initiative

iiif

Fundación CREA Rozas-Botrán — Centro de Rescate, Estudio y Análisis Científico para el Arte

Verovio

diva.js

MEASURING POLYPHONY
DIGITAL ENCODINGS OF LATE MEDIEVAL MUSIC

National Endowment for the Humanities

MURET

The Josquin Research Project
Search, browse, and analyze complete scores of polyphonic music, ca. 1420–ca. 1520

SIMSSA | Single Interface for Music Score Searching and Analysis

Centro de Estudos de Sociologia e Estética Musical — CESEM

Social Sciences and Humanities Research Council of Canada
Conseil de recherches en sciences humaines du Canada
Canada

NOVA FCSH
Faculdade de Ciências Sociais e Humanas
Universidade Nova de Lisboa

McGill
Schulich School of Music
École de musique Schulich

DDMAL
Distributed Digital Music Archives & Libraries Lab

CIRMMT
Centre for Interdisciplinary Research in Music Media and Technology

Fonds de recherche Société et culture Québec

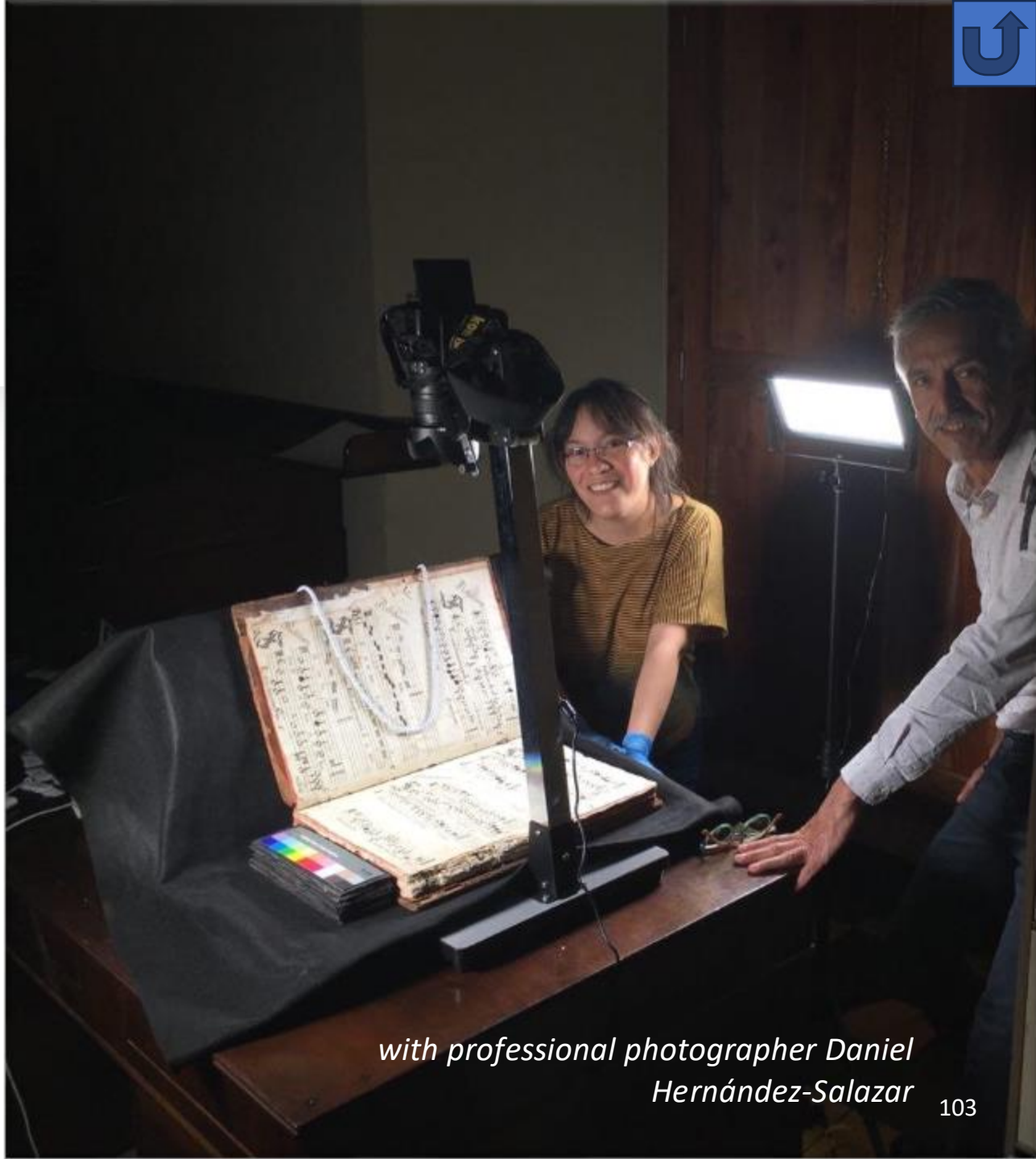
fct
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

Diapositivas Extras

Tecnologías utilizadas

Escáner de libros DIY
(do it yourself)

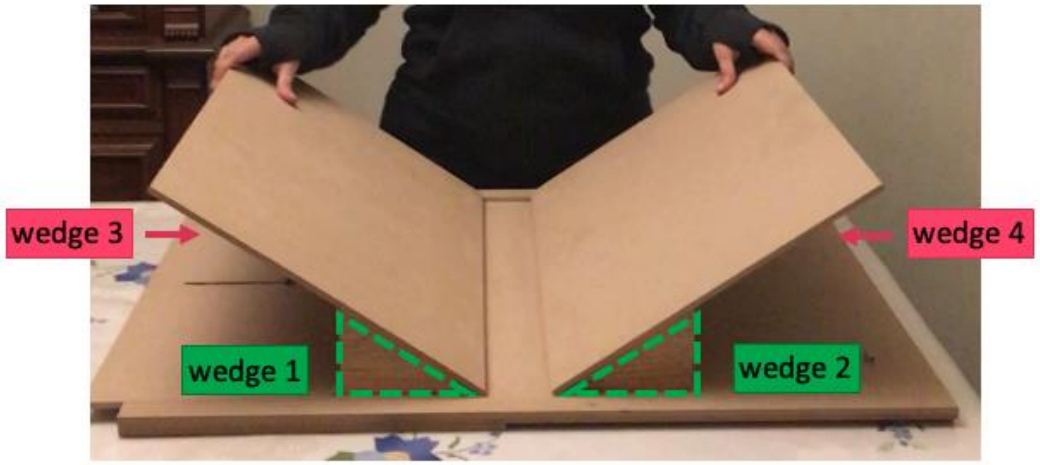
- Con partes **prestadas** (cámara y luces) o **construidas** (soporte / cuna del libro)
- Bajo el consejo de varias instituciones con experiencia en el campo de digitalización de colecciones especiales, incluidos *Digital Image Archive of Medieval Music* (*DIAMM*)

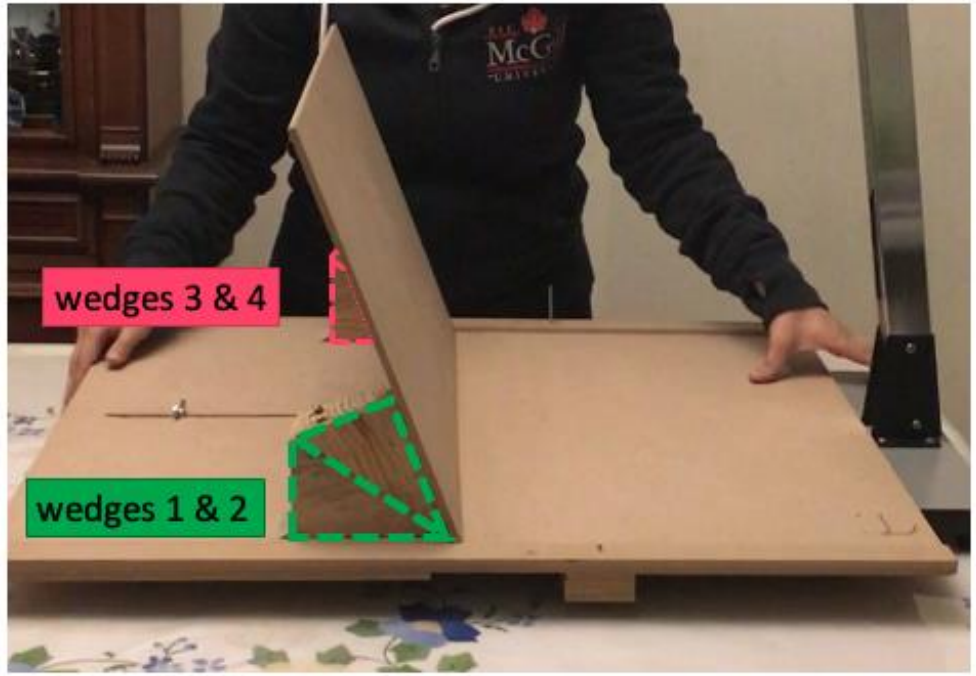


with professional photographer Daniel Hernández-Salazar

Configuraciones de la cuna de libro

Mantienen el libro abierto a 110º
usando cuatro cuñas de 35º cada una

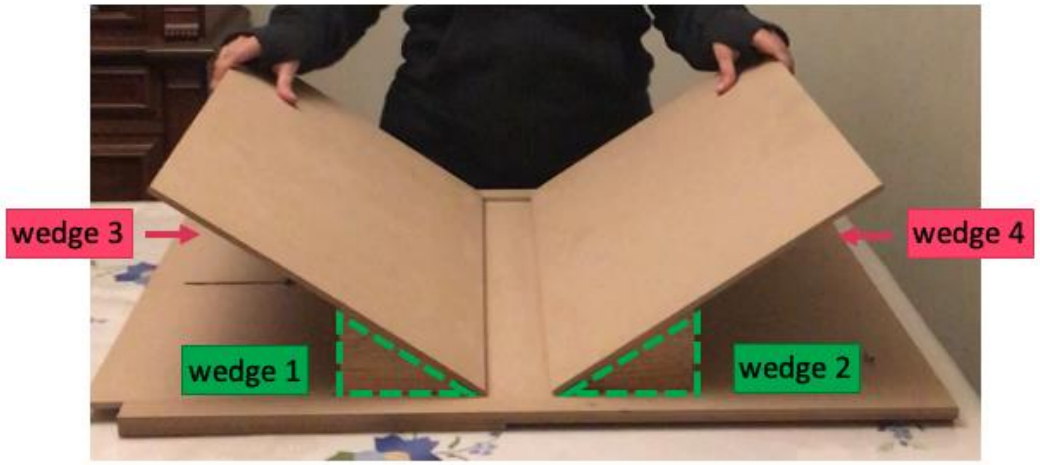




German Thomae

Configuraciones de la cuna de libro

Mantienen el libro abierto a 110º
usando cuatro cuñas de 35º cada una



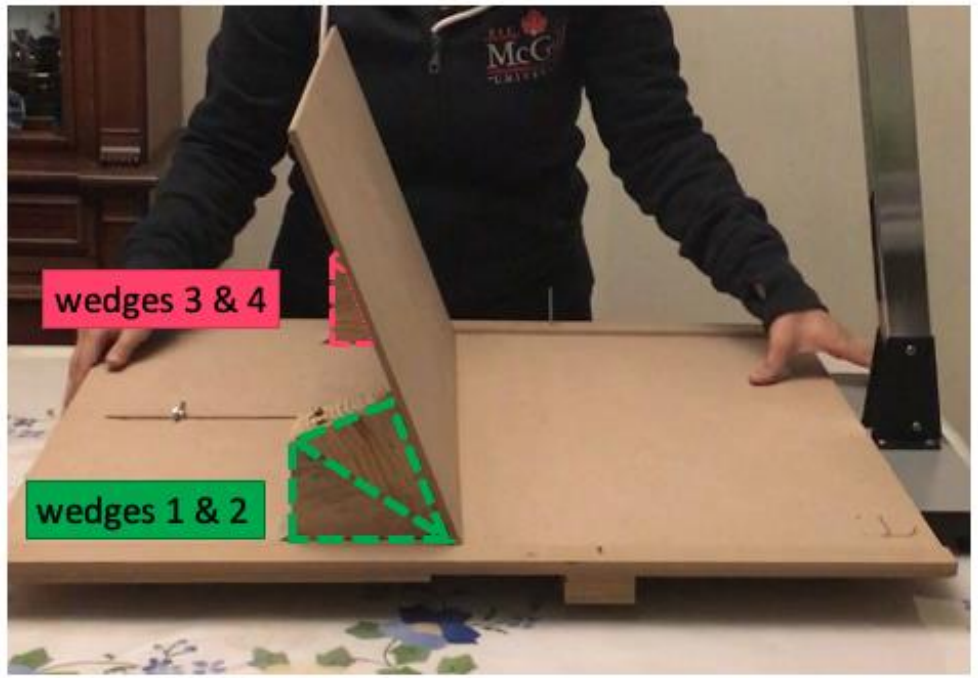
German Thomae

https://caso.com/services/document-scanning/book-scanning/

Configuraciones de la cuna de libro

Mantienen el libro abierto a 110º
usando cuatro cuñas de 35º cada una

https://www.telescopiomania.eu/9161-reproduction-table-bresser-br-cst-copy-stand-40x48-cm-4007922033389.html

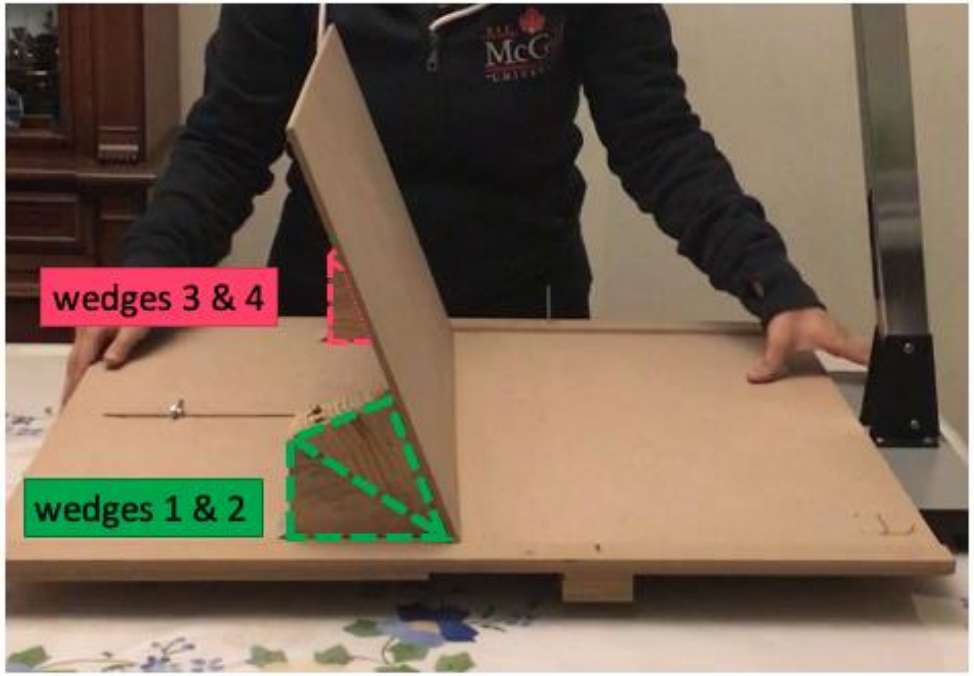


German Thomae

Configuraciones de la cuna de libro

Mantienen el libro abierto a 110º
usando cuatro cuñas de 35º cada una

https://www.bsb-muenchen.de/einblicke/vom-buch-zum-byte-digitalisierung-an-der-bayerischen-staatsbibliothek



German Thomae

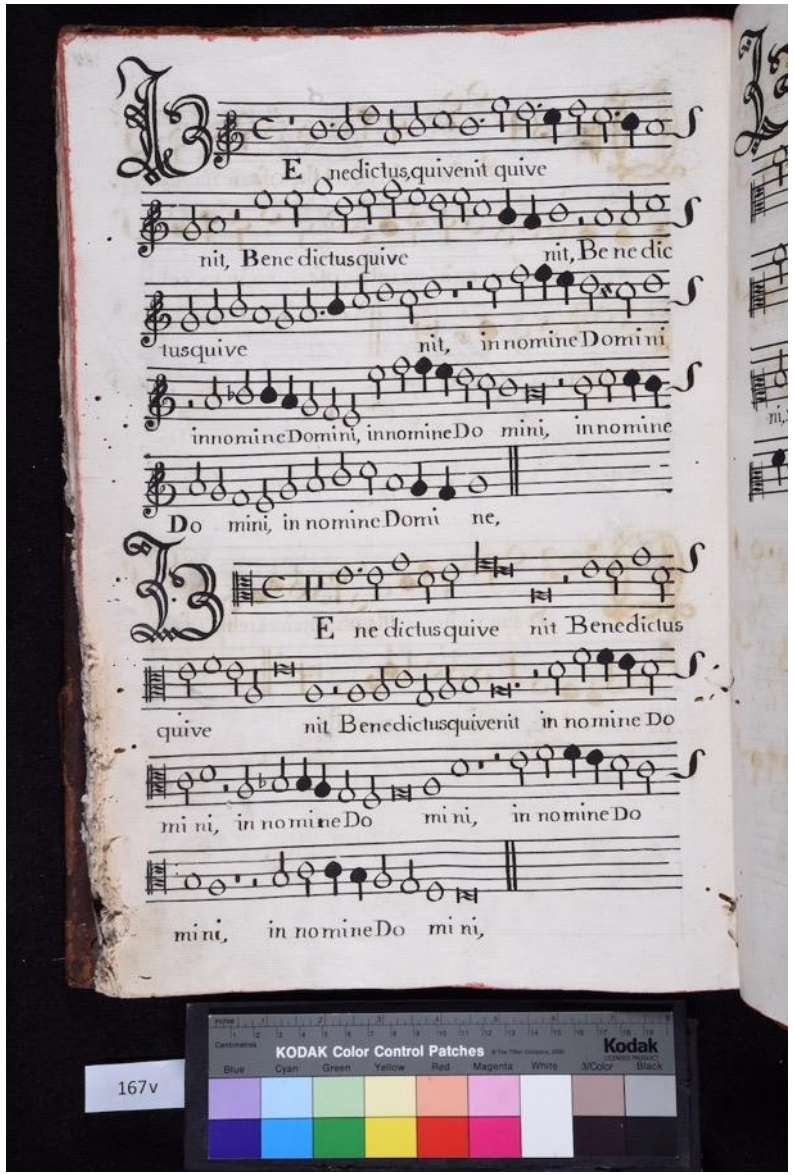
Proceso de digitalización

Idea clave: “asequibilidad”

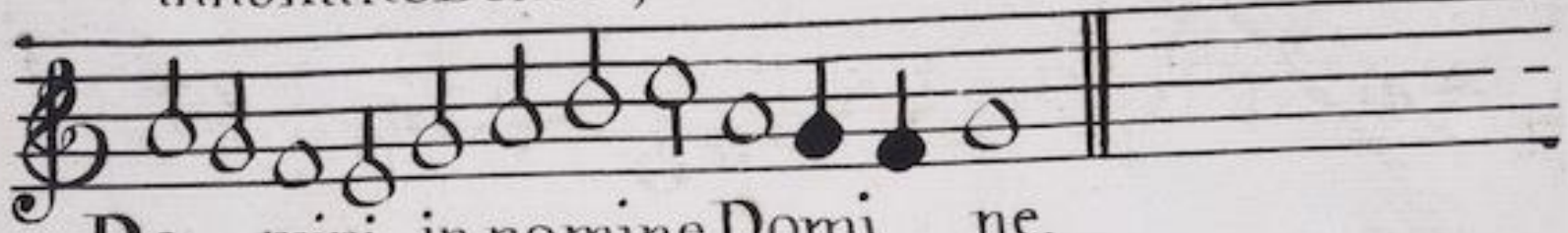
- **Equipo:** Escáner de libro DIY
- **Labor de conservación:** conducida por una institución externa, no lucrativa
- **Labor de digitalización:** conducido por mí con el ayuda de un fotógrafo profesional contratado para ajustar los parámetros de la cámara

con el fotógrafo Guatemalteco Daniel Hernández-Salazar

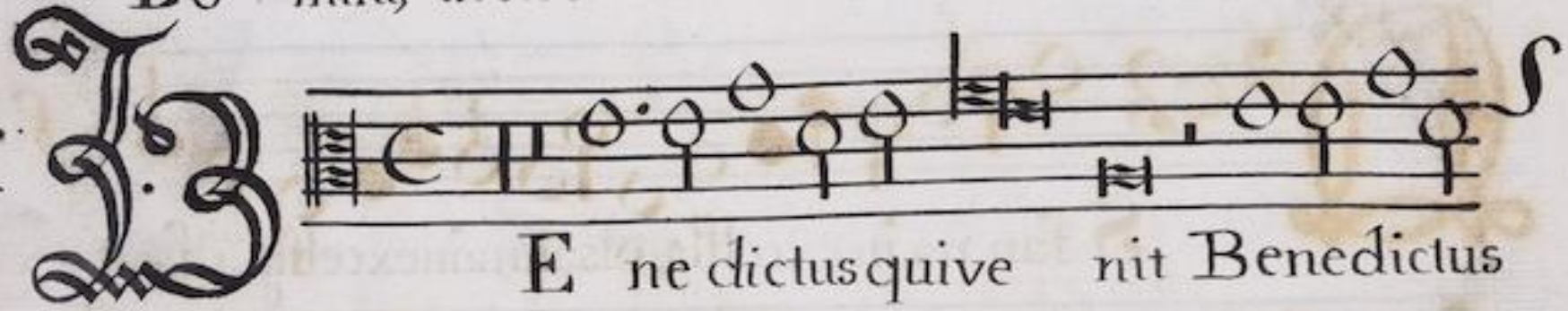
Resultados


Benedictus, quivenit quive
nit, Benedictusquive
nit, Benedic
tusquive
nit, in nomine Domini
innomine Domini, innomine Do mini, in nomine
Do mini, in nomine Domi ne,
Benedictus quive
nit Benedictus
quive
nit Benedictusquivenit in nomine Do
mini, in nomine Do
mini, in nomine Do
mini, in nomine Do mini,
KODAK Color Control Patches
Kodak
167v

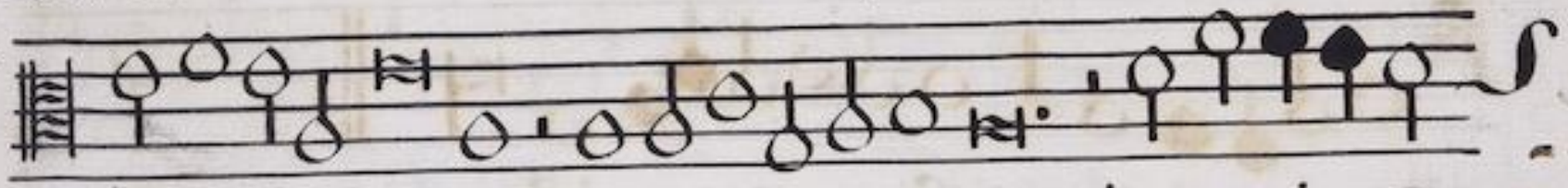
innomineDomini, innomineDo mini, innomine



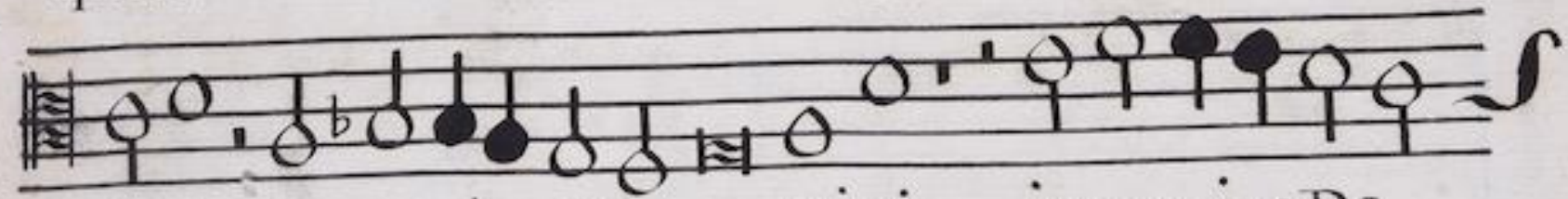
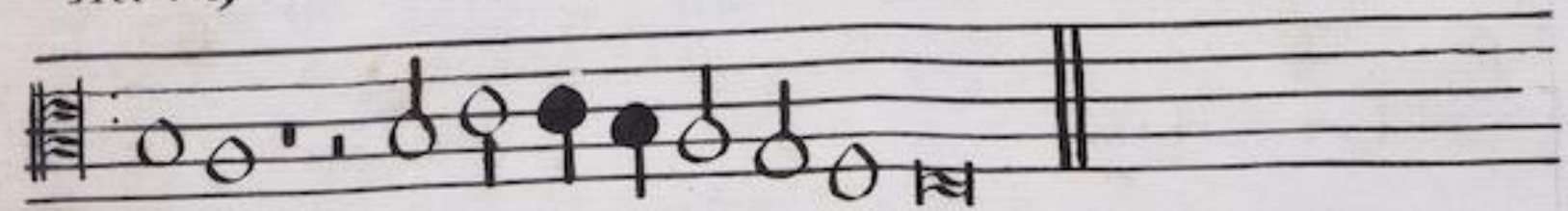
Do mini, in nomineDomi ne,



E ne dictusquive nit Benedictus



quive nit Benedictusquivenit in nomine Do



mi ni, in nomineDo mi ni, in nomineDo