

Digital mapping documentation with the software metigo® MAP and the Munich's Ludwig Church Project (Germany)

Documentación digital y el Proyecto de la iglesia de San Ludwig

Lic. Sandra Bucher Fiuza, Hochstrasse 57, 81541 München, Germany, mapeo digital del proyecto St. Ludwig, redacción y presentación E-Mail: info@sandrabucher.de

Lic. Xacinta Castillo Della Valle, Sophienstr. 51, 76133 Karlsruhe, Germany, redacción y traducción, E-mail: castillodvx@gmail.com

Dipl.-Ing. Gunnar Siedler, fotogrametria y desarrollo de software, Lauchstädter Straße 20, 04229 Leipzig, Germany, E-mail: Siedler@fokus-GmbH-Leipzig.de, Internet: www.fokus-GmbH-Leipzig.de

Abstract:

Mapping software with integrated image rectification based on true to scale mappings makes possible to rectify images, create charts and automatically calculate damage classes or survey areas. A digital camera, a laser distance measurer and a standard notebook are needed.

Additionally costs can be calculated and the intervention can be prepared. Work can be done in the office and also directly on site.

One of the latest and at the same time most important projects where metigo® Map was used is the Ludwig Church in Munich, Germany. Before starting restoration studies, the walls and vaults were totally documented by rectified, true to scaled images. A mapping project was created in the software for each image, and all of them were organized in a project hierarchy. This part of the work produced an enormous amount of digital data that is now being used in the conservation and restoration phase of the project. The use of this digital mapping allowed the 8 German conservators integrating the team to present a professional documentation, to organize and to calculate time and costs of the intervention and it will be used by generations to come reducing costs also in the long term.

Introducción

El tema principal de este artículo se centra en el uso del programa metigo® MAP en el proyecto de conservación y restauración de las pinturas murales de la iglesia de San Ludwig en Múnich Alemania. Este software se utilizó para elaborar el registro digital, en la planeación, el cálculo de los costos, el tiempo, así como para el manejo profesional de los datos e información.

La intervención está programada para llevarse a cabo en el año 2016.



Foto: Iglesia St. Ludwig Munich, Ekkehard Fritz, Eppingen

Desarrollado en cooperación con restauradores, el software metigo MAP, ha probado, desde hace varios años, ser un instrumento eficaz en el manejo de proyectos de restauración de gran formato y como herramienta en el análisis de los datos y el cálculo de los costos del presupuesto.

Breve resumen de la historia de la iglesia

La iglesia de San Ludwig también conocida como iglesia de la Universidad fue comisionada por el rey Ludwig I y construida en el siglo XIX (entre 1829 y 1844) por Friedrich Gärtner quien fue uno de los arquitectos alemanes más importantes de su tiempo.

La construcción es de estilo neo romano-bizantino y conserva en su altar las segundas pinturas murales más grandes del mundo. En el interior de la iglesia, las bóvedas se encuentran también cubiertas por motivos pictóricos, mientras que los muros presentan principalmente elementos geométricos en su diseño.



Foto: Fresco del Juicio Final en la bóveda, 19m x 12m, Restauratorenteam SL

Los frescos fueron comisionados al pintor Peter von Cornelius líder de los nazarenos, un grupo dedicado a retomar el estilo romántico de los frescos italianos del renacimiento.

Durante la segunda guerra mundial la iglesia sufrió daños graves en su estructura y los trabajos de reparación y restauración se completaron hasta 1958.

Entre el 2007 y el 2009 se restituyeron los mosaicos del techo diseñados originalmente por el arquitecto Friedrich Gärtner. El diseño original se perdió debido a una intervención de urgencia realizada después de los graves daños que sufrió el techo en la segunda guerra mundial. Mientras el techo se encontraba sin sellar, se decidió reconstruir el tejado histórico. Mientras se realizaban los trabajos de renovación en el 2008, se detectaron abombamientos en el soporte de los frescos del techo sobre el altar. Para garantizar la seguridad de los visitantes se colocaron mallas debajo de los techos en las naves principales y laterales. La zona del altar principal se cerró al público.

En el 2009 se cerró la iglesia temporalmente. En una inspección de las pinturas murales se detectó una capa de asbesto y betún detrás del aplanado que se colocó en el siglo XX. Esta capa se eliminó y la iglesia de San Ludwig se encuentra de nuevo abierta al público desde el 2010.

El proyecto

En el 2012 un equipo de arquitectos, fotógrafos, ingenieros en informática y restauradores se dieron a la tarea de registrar el estado de conservación de una sección de la pintura mural, con el fin de elaborar el proyecto de conservación y restauración para todo el interior de la iglesia.

Una vez registrada la sección de estudio se debía desarrollar el concepto de conservación y el plan de restauración para poder realizar pruebas de su ejecución y viabilidad.

Finalmente, y a manera de resultado, se debía calcular el costo y el tiempo requerido para la restauración de todas las pinturas murales dentro de la iglesia.

Durante el registro fotográfico y gráfico se detectaron diversos efectos de deterioro tanto en el soporte como en la capa pictórica. También se registraron los cambios que han sufrido los materiales utilizados en las restauraciones anteriores.

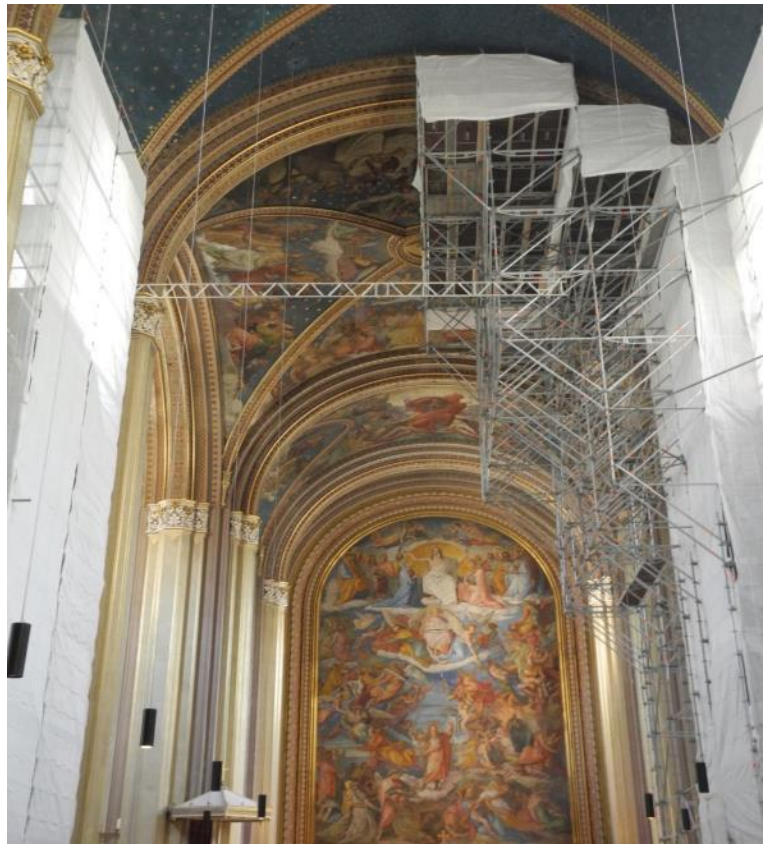


Foto: Vista general del altar con andamios, Ekkehard Fritz

Para llevar a cabo el registro fue necesario crear una nomenclatura y simbología especial que respondieran a lo observado directamente *in situ*. Se analizaron igualmente la técnica de manufactura y los materiales constitutivos para poder tener una visión precisa y de este modo poder diseñar la metodología de intervención, así como para poder definir los materiales adecuados.

Ejemplos de algunos de los deterioros registrados



Foto: Detalle de la capa pictórica, Restauratorenteam SL



Foto: Detalle de exfoliación de la policromía, Restauratorenteam SL



Foto: Pulverulencia de la capa pictórica, Restauratorenteam SL

Otros ejemplos de los deterioros registrados



Foto: Presencia de sales, Restauratorenteam SL



Foto: Pérdida de policromía, Restauratorenteam SL

Sobre una sección definida para este propósito, se realizaron pruebas de limpieza y algunas otras intervenciones como por ejemplo la reducción de sales para observar los resultados, definir la metodología de intervención y verificar los tiempos de su ejecución.

Pruebas realizadas sobre la pintura mural



Foto: Extracción de las sales solubles, Restauratorenteam SL

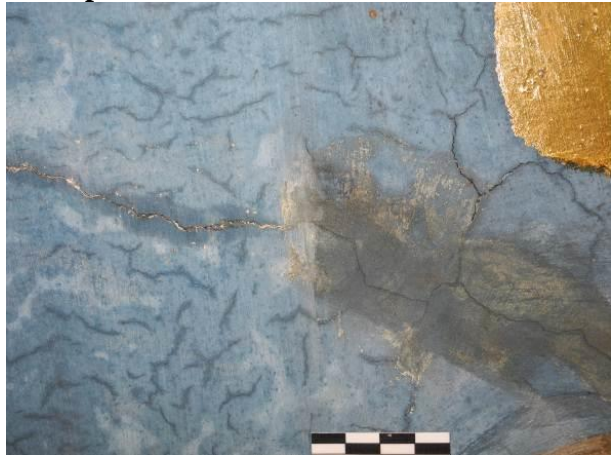


Foto: Detalle prueba de limpieza, Restauratorenteam SL



Foto: Prueba de limpieza, Restauratorenteam SL



Foto: Prueba de limpieza, Restauratorenteam SL

El acercamiento clásico

Las dimensiones de la iglesia, así como la cantidad de variables a registrar hicieron de esta tarea un verdadero reto. No sólo resultó muy complejo el manejo de los datos, sino también la extrapolación de los resultados para todo el interior de un edificio con estas proporciones.

Al calcular el número de gente que debería emplearse, el tiempo requerido, la cantidad de materiales así como los costos de la intervención en general, fue claro que cualquier error en el cálculo tendría un impacto directo sobre la calidad del trabajo y en general en el balance del proyecto. Es decir, un acercamiento clásico no hubiese sido adecuado ni suficiente para poder registrar ni calcular con precisión los costos de la intervención.

Un acercamiento diferente

Dada la complejidad del proyecto a planear se utilizó un programa para registrar de forma sistemática y eficaz el estado de deterioro, la técnica de manufactura y todas las demás variables

que se detectaron en las pinturas murales. Dicho registro equivalió a obtener no sólo cualitativamente sino también cuantitativamente una visión global y detallada de la problemática en la zona analizada. La ventaja de tener y poder organizar en una sola plataforma la información resultó de gran ayuda para su procesamiento y el posterior cálculo del presupuesto.

El programa

El programa metigo® Map fue desarrollado en Alemania por la empresa Fokus. Se ofreció en Europa desde el año 2001 y actualmente hay versiones en inglés, español, francés y alemán.

Este programa es una solución para llevar a cabo el registro gráfico en imágenes rectificadas. Debido a que el registro se genera a escala real, el software puede calcular automáticamente áreas y líneas, por lo que se obtiene también un análisis cuantitativo de la superficie registrada, lo cual resulta indispensable al momento de calcular los costos del proyecto.

Este es un programa diseñado en cooperación con restauradores que combina la funcionalidad de CAD con el procesamiento de las imágenes. Es una plataforma enfocada a facilitar la manipulación de las fotografías; la organización del registro gráfico, el diseño y la elaboración del mismo; así como el cálculo automatizado de las variables registradas y también de los costos implicados.

En resumen sus herramientas principales son:

1. Rectificación o corrección de la perspectiva de las fotos a escala real.
2. Herramientas de dibujo especializadas para el registro gráfico y para la organización de los proyectos dentro de una jerarquía en el caso de Bienes complejos.
3. Análisis automatizado de las clases registradas y sus áreas, por ejemplo del deterioro, de las intervenciones, de la técnica de manufactura, etc.
4. Cálculo exacto del número y de las áreas registradas.
5. Módulo de cálculo para comparar y realizar la contabilidad de los costos de intervención.

Documentación gráfica a escala real

La rectificación o corrección de las fotografías es una alternativa económica para preparar planos gráficos. El resultado es un mosaico de imágenes a escala real que combina la documentación fotográfica de las condiciones actuales con información geométrica precisa del objeto.

Es posible rectificar las fotos a escala real de varias formas según las características de la superficie. Para hacerlo sólo son necesarias ciertas medidas hechas directamente frente al objeto e información geométrica (líneas paralelas, rectángulos o coordenadas).

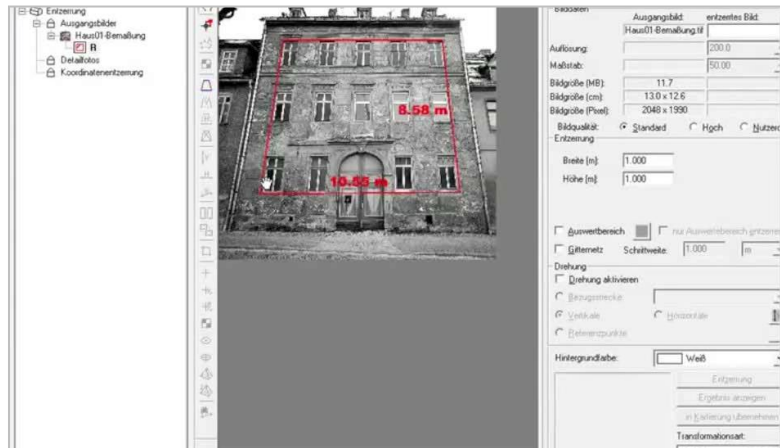


Foto: Plataforma de rectificación de imágenes, Fokuz Leipzig

Mediante una serie de pasos simples, es posible rectificar la perspectiva de las fotografías para poder utilizarlas después como base en el registro gráfico. También es posible importar dibujos de CAD y adaptar el registro fotográfico a dichos esquemas por medio de coordenadas. Las fotografías pueden ser tomadas por el restaurador mismo, apoyándose en la sección del programa, donde una vez ingresados los datos de la cámara y los lentes a utilizar, se calcula el número de tomas necesarias para obtener la calidad deseada según la escala requerida, esto resulta especialmente útil en el caso de superficies de gran formato. Cuando se deben tomar varias fotografías para cubrir un área de registro, éstas se rectifican por separado y se ensamblan digitalmente en una imagen a escala real y de alta calidad.



Foto: Esta es la primera foto del altar, Fokuz Leipzig



Foto: La segunda foto del mosaico de imágenes, Fokuz Leipzig



En el caso de este proyecto las fotografías fueron tomadas por la empresa Fokus especializado en fotogrametría arquitectónica. Una vez realizadas las diferentes tomas fotográficas fue posible utilizar el software para armar el mosaico de imágenes.

En el caso de requerir más de una foto también es posible incorporar imágenes con diferente resolución, escala y color. Además se pueden incluir en un proyecto fotografías que muestren diferente contenido como por ejemplo tomas con luz infrarroja, ultravioleta y fotos históricas. Cuando esto se realiza en un proyecto es posible evaluar paralelamente dichas técnicas fotográficas.

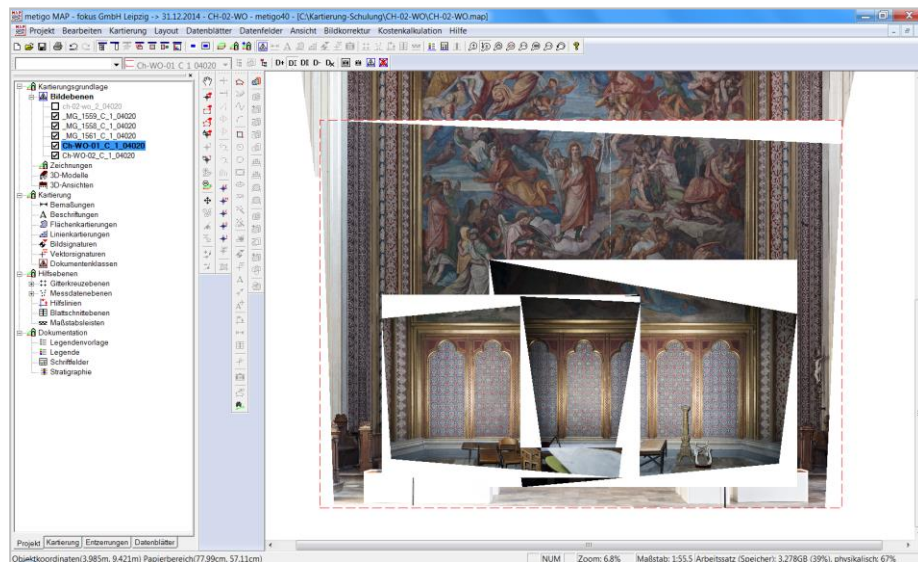
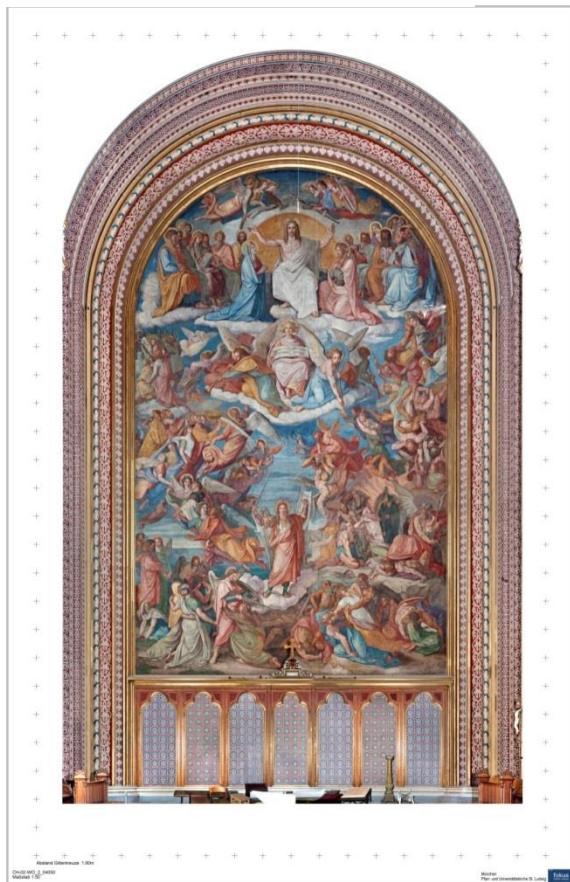


Foto: Mosaico de las diferentes tomas fotográficas a montar, Fokus Leipzig

La imagen final facilita la lectura simple de las medidas de las áreas, sirve como base para las evaluaciones gráficas y para obtener cálculos reales de las diferentes zonas.

Foto: Montaje final, Fokus Leipzig



Este es el resultado final del montaje de la serie de fotografías. Cada cruz marca un metro de distancia, por lo que resulta fácil observar que el altar mide 26 metros de alto por 16 metros de ancho.

Esta imagen formada por una serie de tomas fotográficas es una copia fiel y a escala del altar en el que es posible observar la mayoría de los detalles que se deberán registrar. Esta es una de las ventajas de obtener imágenes de alta calidad, ya que ello facilita el proceso de registro. Aquí se pueden ver las imágenes corregidas y cortadas de los diferentes elementos del techo y los muros. Cada imagen generada se puede ampliar, cortar o adaptar a una nueva escala según se requiera para la documentación y el registro.



Foto: Los diferentes elementos del techo, Fokus Leipzig

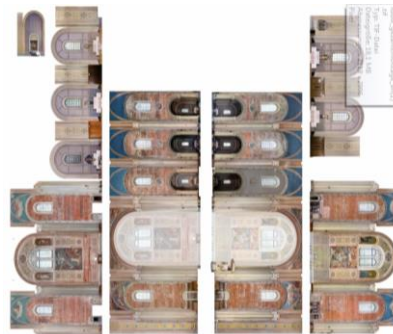


Foto: Los muros de la nave y capillas, Fokus Leipzig



Foto: Detalle de los muros laterales, Fokus Leipzig



Foto: Sección cortada y ampliada para la documentación

Además, se pueden insertar con precisión una imagen sobre otra del mismo objeto tomadas en diferentes momentos. Esto sirve para identificar y comparar cambios en el estado de deterioro.

La organización del trabajo

Para la organización del registro se crearon proyectos para cada área o frente de trabajo. Cada proyecto recibió una identificación propia, compuesta por una abreviación del nombre y su ubicación en el plano general, así como un número consecutivo.

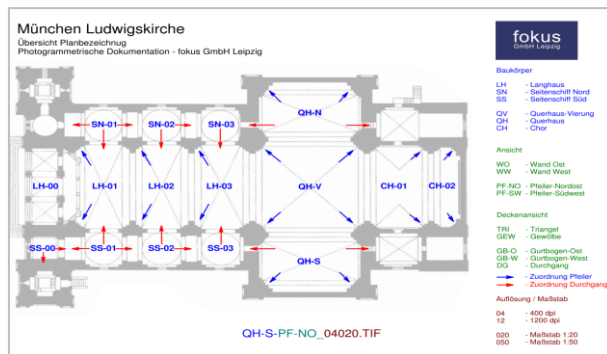


Foto: Planta general de la iglesia con la nomenclatura para las diferentes secciones

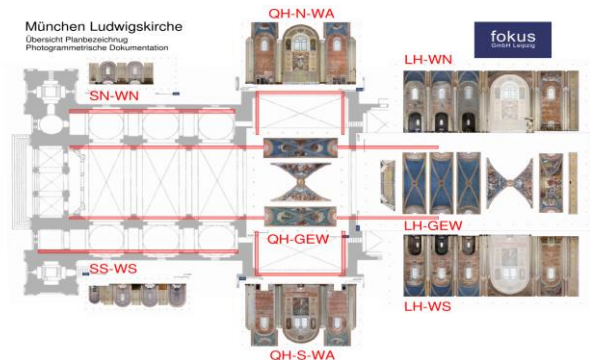


Foto: Planta general con las imágenes correspondientes a cada sección

Por ejemplo: LH son las iniciales en alemán para *Langhaus* o nave, CH para *Chor* o coro, SN para *Seitenschiff Nord* o nave lateral norte. De esta manera se pudieron identificar y ubicar fácilmente las diferentes áreas de trabajo en el plano general. Esta nomenclatura también facilitó la visualización de todos los proyectos dentro de la estructura del registro.

En las fotos se puede ver la ubicación de las diferentes imágenes rectificadas y montadas en cada sección. Cada una de estas imágenes se puede trabajar por separado dentro de un proyecto.

Jerarquía

Para la organización de las áreas de trabajo en Bienes de gran formato y con múltiples proyectos, se puede crear una jerarquía, la cual ayuda a administrar y evaluar todos los proyectos dentro de una estructura donde es posible crear subproyectos según se requiera.

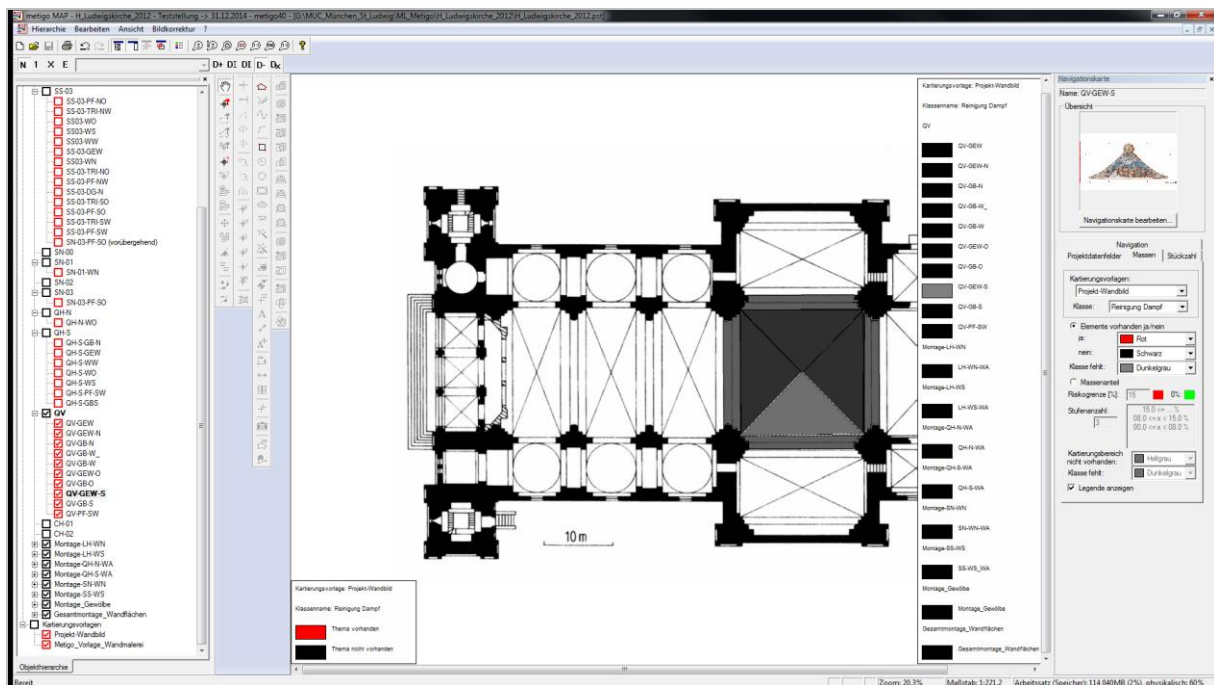


Foto: Lado sur del presbiterio marcado en color gris claro, S. Bucher

En este caso se crearon proyectos para cada sección de la iglesia. Por ejemplo en el caso del presbiterio (QV), se pueden observar los diferentes subproyectos que lo componen que son cada una de las áreas de trabajo. Cada proyecto contiene una imagen rectificada. En esta misma plataforma es posible asignar áreas de trabajo a todas las personas involucradas o señalar las zonas ya trabajadas para poder tener una idea clara y siempre actualizada del avance del trabajo.

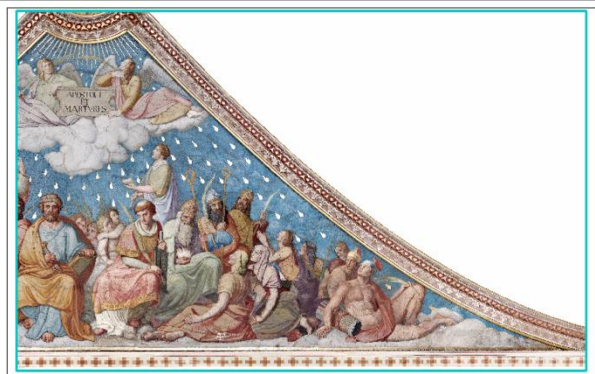


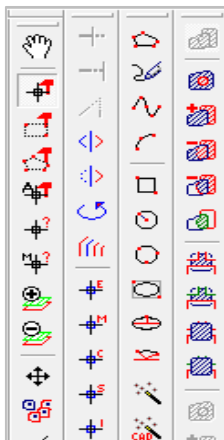
Foto: Imagen rectificada de una sección del presbiterio, Restauratorenteam SL

En cada proyecto se pueden importar imágenes, dibujos, logos, modelos en 3D, etc. para complementar la información presentada gráficamente según los requerimientos del equipo de trabajo.

Registro gráfico basado en vectores

Las herramientas de dibujo y manejo de áreas y contornos dentro del programa facilitan el trazo rápido y preciso durante el proceso de registro, ya que han sido desarrolladas pensando en hacer más eficiente esta labor. Dentro de la plataforma se cuenta con una amplia base de datos con múltiples símbolos, patrones, etc. que pueden ser utilizadas y adaptadas según las necesidades de registro.

Dado que todos los elementos de trazo están basados en vectores se pueden modificar cuando se requiera, conservando su calidad. Esta función resulta especialmente interesante en proyectos donde se debe hacer un seguimiento del estado de conservación, ya que se puede utilizar el registro gráfico hecho inicialmente y simplemente agregar o modificar puntos según las nuevas observaciones.

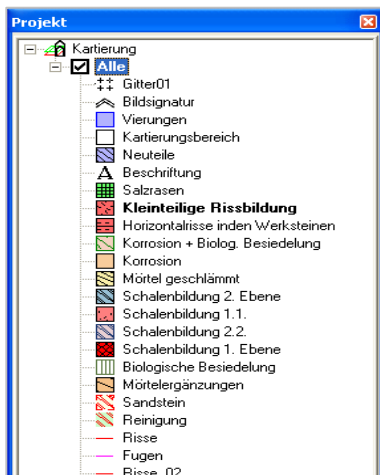


Con las herramientas de dibujo es posible trazar polígonos, líneas, curvas, arcos, rectángulos o círculos, así como incluir fotos de detalles, símbolos vectoriales, anotaciones o medidas.

El usuario puede definir y combinar las diferentes clases para los diferentes tipos de registro.

Las áreas pueden ser rellenadas con una amplia gama de colores o diseños incluidos en el programa, los cuales se pueden combinar para adaptarse a cada necesidad.

Clasificación de los diferentes tipos de registro



Para cada tipo de variable a registrar se creó una clase, la cual correspondía a un registro de área o de línea como en el caso de fisuras.

En el proyecto estas clases se utilizaron para registrar los diferentes deterioros, intervenciones o elementos de la técnica de manufactura.

Las clases creadas se separaron en grupos según las necesidades del proyecto, por ejemplo un grupo para el registro del deterioro de la capa pictórica, otro para el del soporte, etc. Con estos

grupos fue posible crear automáticamente leyendas en cada caso y presentar directamente en el registro datos del área, del porcentaje, de la cantidad de veces que se registró la alteración, etc. Además siempre es posible hacer una evaluación actual de la estadística registrada.

Todas las clases, grupos y leyendas creadas pueden ser utilizados o adaptados en futuros proyectos. Esto resulta muy práctico ya en esta etapa se estableció la base del registro que podrá ser utilizada directamente en la etapa de intervención, lo cual se traduce como ahorro del tiempo y por lo tanto de dinero en el presupuesto general.

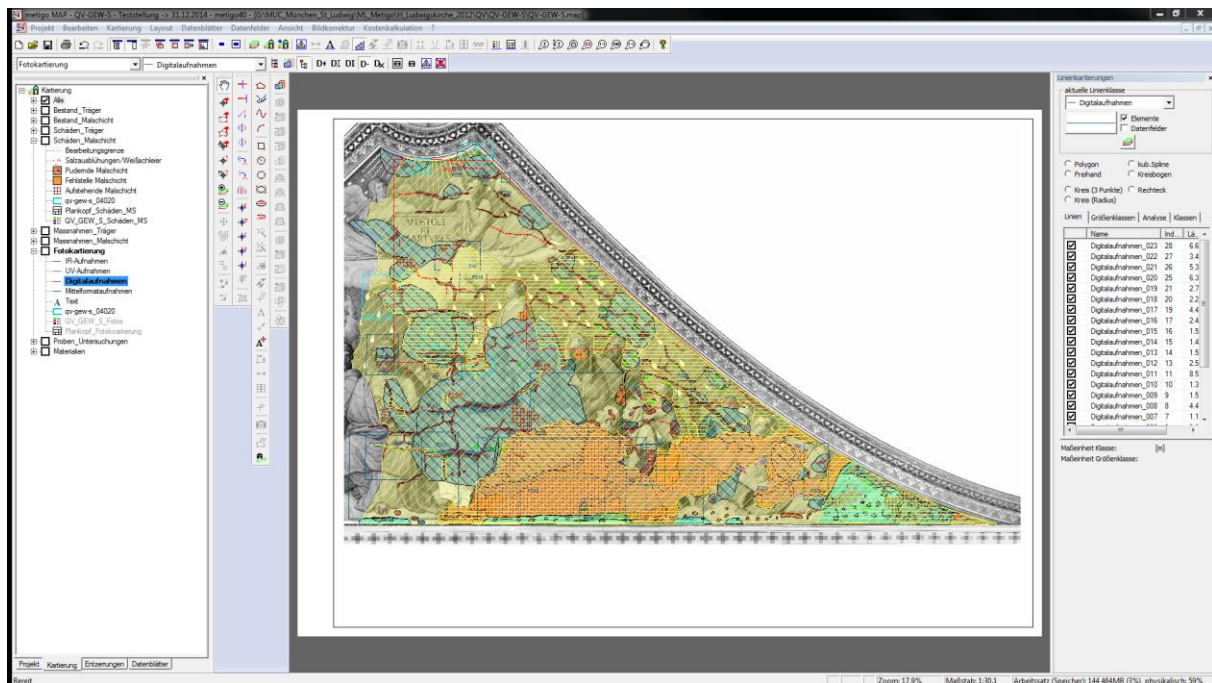


Foto: Registro gráfico de una sección del presbiterio, S. Bucher

En la columna izquierda es posible observar los diferentes grupos registrados, cada uno de ellos se puede activar o desactivar según convenga.

En la iglesia se registraron 8 grupos diferentes, en la imagen central se pueden ver todos los grupos activados: estado de conservación del soporte y la capa pictórica, los deterioros, el registro fotográfico, las pruebas y muestras tomadas, así como las intervenciones realizadas.

BESTAND MALSCHICHT			Plan- und Unterkirchstraße St. Ludwig München			Ansicht		Grundriss	
..... Bearbeitungsgrenze	7.500 m		Bleistiftkorrekturen	0.024 m²	Validierung	1:100			S. Bucher
Rekonstruktion / Übermalung	15.670 m²		Fixierung / Lasur (Glanzstellen)	0.110 m²	Plan Nr.	348			
			Reduzierte Malschicht	6.590 m²	Datum	22.05.2014			
			Verantwortungsbereich			Architekt		Querschnitt	
			Bestand Malschicht			Gewölbe Süd		QV GEW. S	

Foto: Detalle de la leyenda correspondiente al estado de la capa pictórica



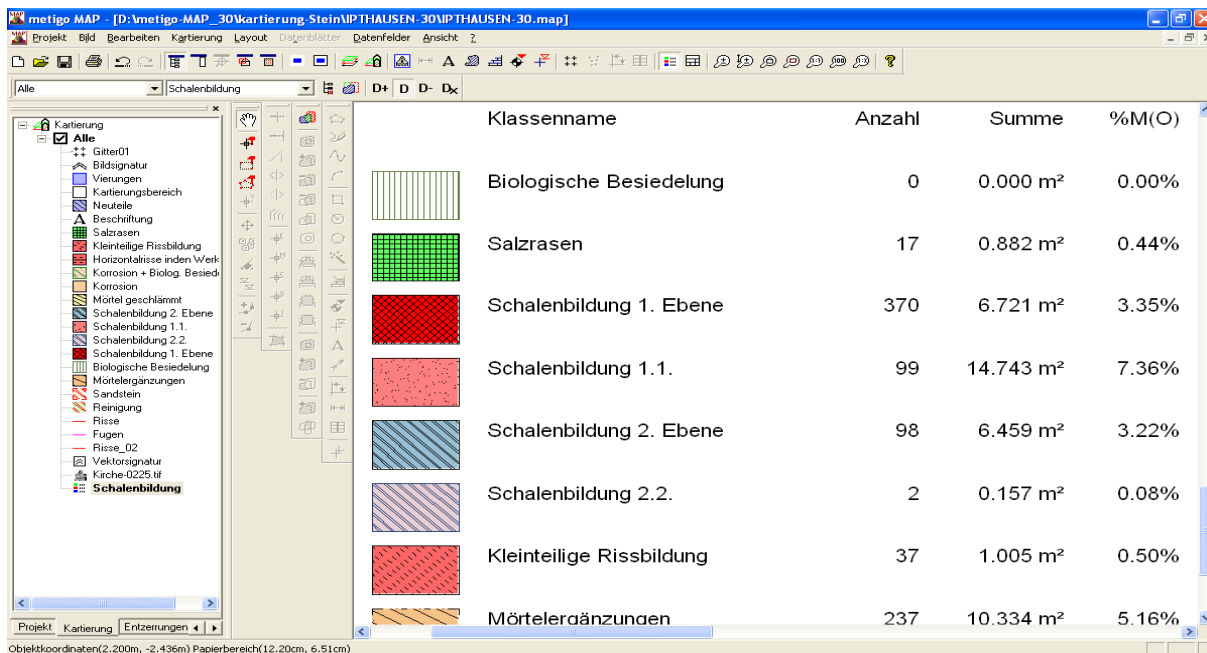
Foto: Estado de conservación de la capa pictórica, S. Bucher

Sobre la imagen rectificada se registraron todas las variables, por ejemplo para el caso del estado de conservación de la capa pictórica se marcaron y se calculó el área en metros cuadrados para las zonas con reconstrucción o repintes, fijado, abrasión, etc.

Análisis de la información y el área

A cada registro corresponde una leyenda que se genera automáticamente con las clases del grupo que se registra. Esta leyenda se puede modificar según las necesidades y gusto de quien presenta la documentación.

Dentro del programa es posible crear columnas donde se cuantifique automáticamente el número de veces que aparece una clase, el porcentaje o área que ello representa dentro de la sección registrada, etc. Estos datos se actualizan automáticamente cada vez que se modifica el registro.



The screenshot shows the 'metigo MAP' software interface. On the left is a project tree with a 'Schalenbildung' layer selected. The main window displays a table with the following data:

Klassenname	Anzahl	Summe	%M(O)
Biologische Besiedelung	0	0.000 m²	0.00%
Salzrasen	17	0.882 m²	0.44%
Schalenbildung 1. Ebene	370	6.721 m²	3.35%
Schalenbildung 1.1.	99	14.743 m²	7.36%
Schalenbildung 2. Ebene	98	6.459 m²	3.22%
Schalenbildung 2.2.	2	0.157 m²	0.08%
Kleinteilige Rissbildung	37	1.005 m²	0.50%
Mörtelergänzungen	237	10.334 m²	5.16%

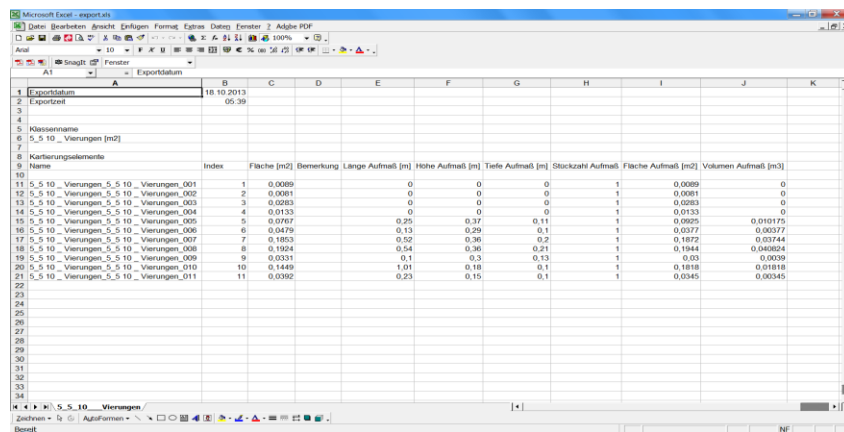
En este caso se pueden ver 4 columnas mostrando el registro automatizado:

1. Las clases o categorías registradas con su simbología y nombre.
2. El número de veces que aparece registrada.
3. El área que representa dentro del registro.
4. El porcentaje que ello representa.

En este ejemplo las concreciones salinas, representadas por una malla negra sobre verde aparece 17 veces registrada, lo cual representa un área de 8820 cm² equivalente a un 0.44% de la superficie total.

Cálculo de las áreas y de los costos

Al final del registro toda la información generada se puede exportar a una página de Excel para ser evaluada según convenga. Esta posibilidad, junto con el módulo de cálculo dentro del programa representa una gran ventaja, particularmente dentro de proyectos de grandes dimensiones o en aquellos que se deban evaluar continuamente. En el caso de la iglesia de San Ludwig fue indispensable para poder acercarse lo más posible a un cálculo real del presupuesto requerido.



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

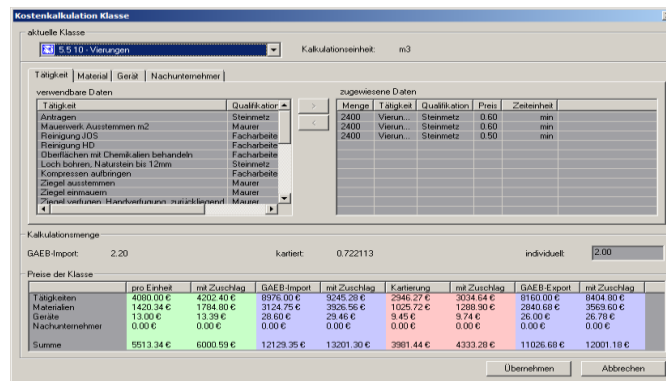
Exportdatum	Exportzeit
18.10.2013	09:39

The spreadsheet also contains a list of items with their respective dimensions and volumes, such as:

Index	Fläche [m2]	Bemerkung	Länge Aufmaß [m]	Höhe Aufmaß [m]	Tiefe Aufmaß [m]	Stückzahl Aufmaß	Fläche Aufmaß [m2]	Volumen Aufmaß [m3]
11	0.0089	Vierungen_5_5_10_Vierungen_001	0	0	0	1	0.0089	0
12	0.0081	Vierungen_5_5_10_Vierungen_002	0	0	0	1	0.0081	0
13	0.0083	Vierungen_5_5_10_Vierungen_003	0	0	0	1	0.0083	0
14	0.0133	Vierungen_5_5_10_Vierungen_004	0	0	0	1	0.0133	0
15	0.0767	Vierungen_5_5_10_Vierungen_005	0.25	0.37	0.11	1	0.0825	0.010175
16	0.0479	Vierungen_5_5_10_Vierungen_006	0.13	0.29	0.11	1	0.0377	0.00377
17	0.1853	Vierungen_5_5_10_Vierungen_007	0.52	0.30	0.2	1	0.1872	0.03744
18	0.1934	Vierungen_5_5_10_Vierungen_008	0.54	0.36	0.21	1	0.1944	0.040024
19	0.0331	Vierungen_5_5_10_Vierungen_009	0.1	0.3	0.13	1	0.03	0.0039
20	0.1449	Vierungen_5_5_10_Vierungen_010	0.01	0.18	0.1	1	0.1818	0.01818
21	0.0392	Vierungen_5_5_10_Vierungen_011	0.23	0.15	0.1	1	0.0345	0.00345

Dependiendo de las necesidades particulares, la información se puede clasificar para cada proyecto, para varios proyectos juntos o para todo el conjunto. Es decir, para un solo frente de trabajo, para una sección del edificio o para todo el interior de la iglesia. Esta lista se genera automáticamente con la información registrada en cada proyecto.

Una vez completado el registro se puede calcular con ayuda de los datos obtenidos la cantidad aprox. de material necesario para cada tipo de intervención. Por ejemplo en el caso de orificios en la superficie, y registrando la profundidad promedio, es posible calcular el volumen de material requerido para el proceso de resane.



The screenshot shows the 'Kostenkalkulation Klasse' window with the following data:

Material	Quantität	Preis	Zeiteinheit
Arbeitslohn	2400	4000.00 €	min
Mauernwerk aussteuern m2	2400	1420.34 €	min
Reinigung IDS	2400	13.00 €	min
Reinigung HD	2400	13.39 €	min
Oberflächen mit Chemikalien behandeln	2400	28.60 €	min
Loch bohren, Naturstein bis 12mm	2400	29.46 €	min
Kompressen aufbringen	2400	9.45 €	min
Ziegel aussteuern	2400	26.00 €	min
Ziegel erneuern	2400	26.78 €	min
Spindel schneiden, Handbohrer, Handkloppel	2400	0.00 €	min

The window also displays the following summary data:

GAEB-Import	GAEB-Export	Kartiert	individuell
2.20	2.20	0.722113	2.00

The 'Preis der Klasse' table shows the following data:

pro Einheit	mit Zuschlag	GAEB-Import	mit Zuschlag	Kartierung	mit Zuschlag	GAEB-Export	mit Zuschlag
Arbeitslohn	4000.00 €	4202.40 €	8976.00 €	9245.20 €	2346.27 €	3034.64 €	8160.00 €
Materialien	1420.34 €	1704.80 €	3124.75 €	3026.56 €	1025.72 €	1288.90 €	2840.60 €
Gebäude	13.00 €	13.39 €	28.60 €	29.46 €	9.45 €	26.00 €	26.78 €
Nachunternehmer	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
Summe	5513.34 €	6000.59 €	12129.35 €	13201.30 €	3981.44 €	4333.29 €	11201.18 €

Dentro de la plataforma del programa es posible definir las diferentes acciones a realizar tan específicamente como se requiera, definir qué tipo de trabajo especializado se debe contratar y dependiendo de la labor, el tiempo necesario para realizarla y el salario asignado calcular el presupuesto requerido para cubrir los costos de la mano de obra.

También se pueden incluir en el cálculo los costos de los materiales y el equipo o herramientas que se requieran.

Conclusiones

El uso de un programa desarrollado ex profeso para cubrir las necesidades de los restauradores durante la planeación, el proceso de registro, así como las tareas de análisis, cálculo y presentación de la información en el proyecto de restauración de las pinturas murales de la iglesia de San Ludwig resultó una decisión acertada. En el fue indispensable para poder acercarse lo más posible a un cálculo real del presupuesto requerido.

El software ayuda conservadores, restauradores y conservadores de monumentos para organizar proyectos de gran formato y llevar a cabo un mapeo sobre una imagen procesada a escala. La documentación en los trabajos de restauración y conservación representa un foco de importancia. metigo® MAP ofrece la posibilidad de crear y modificar imágenes procesadas directamente en el lugar de construcción o en la oficina.

Bibliografía y referencias

Badstuber, Bucher, Fritz, Hacklberger, Haug, Hoefle, Siebert, 2012: *Abschlussbericht. Pfarr-und Universitätskirche St. Ludwig München. Erstellung von Musterflächen*, München

Siedler G., Vetter, 2013, *Modern methods of documentation for conservation - digital mapping and automated 3D object documentation in software metigo*; Leipzig

<http://www.fokus-gmbh-leipzig.de/index.php?lang=sp>

Gracias a los companeros restauradores del proyecto St. Ludwig (Restauratorenteam SL) Iris Badstuber, Eckkehard Fritz, Thomas Hacklberger y Peter Siebert por el apoyo, epecialmente a Eva Hoefle que participó en la realización del mapeo.