UNIDAD Nº 5
SEGUIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y PRÁCTICA EN OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL

Relevamiento · entrevista profesional · análisis crítico · seguimiento físico · control de calidad · cómputo y presupuesto · informes técnicos · resolución de imprevistos

Eje	Alcance
5.1 Relevamiento y análisis profesional	Identificación de la obra, metodología de campo, entrevista al profesional, emplazamiento, morfología, función e impacto socioambiental.
5.2 Control de avance e informes	Avance físico, documentación, materiales, calidad, cómputo, presupuesto, certificación, desvíos, imprevistos y propuestas correctivas.
Enfoque	Aplicación a obras edilicias, viales, hidráulicas, sanitarias, estructurales y de infraestructura.
Recursos	Modelos de planillas, cuadros de síntesis, casos, listas de verificación, preguntas y actividades de repaso.

UNIDAD Nº 5 · SEGUIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y PRÁCTICA EN OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL

1 Introduccion

La obra civil es un sistema dinámico. A diferencia del proyecto, que anticipa soluciones mediante planos, memorias y especificaciones, la ejecución introduce condiciones reales de terreno, disponibilidad de materiales, mano de obra, clima, interferencias, decisiones de secuencia, restricciones presupuestarias y múltiples actores. El seguimiento de obra permite comprobar si lo construido responde a lo proyectado y, cuando aparecen desvíos, aporta información para decidir técnicamente.

Relevar una obra no significa únicamente observar. Implica preparar la visita, definir qué datos se necesitan, medir, fotografiar, entrevistar, contrastar documentos, registrar evidencias, identificar riesgos y elaborar conclusiones profesionales. El estudiante debe aprender a pasar de una descripción superficial —"la obra está avanzada"— a una lectura técnica —"el avance físico acumulado es compatible con el cronograma en estructura, pero existe un retraso significativo en instalaciones por interferencias no resueltas".

El informe técnico es la herramienta que transforma la observación en documentación profesional. Debe ser claro, trazable, objetivo y útil para tomar decisiones. Un buen informe diferencia hechos de opiniones, evidencia de hipótesis, causas de consecuencias y recomendaciones de obligaciones contractuales.

Una obra no se entiende desde el escritorio. Se entiende en terreno, con datos medibles, con documentación y con la palabra de quienes la dirigen.

Esta unidad enseña dos competencias que se complementan:

- **Diagnosticar:** leer una obra existente o en ejecución y emitir un juicio fundamentado sobre ella.
- **Hacer seguimiento:** controlar que lo que se construye coincide con lo proyectado, en calidad, plazo y costo.

El hilo conductor es siempre el mismo: **observar → medir → documentar → analizar → informar.**

2. Objetivos de aprendizaje

Planificar y ejecutar relevamientos técnicos en obras de distinta naturaleza.
Identificar actores, documentación, etapas y procesos constructivos.
Preparar y realizar entrevistas a responsables de obra.
Analizar críticamente emplazamiento, función, morfología e impactos socioambientales.

Verificar materiales, procedimientos y controles de calidad.
Relacionar avance físico, cómputo, presupuesto y certificación.
Detectar desvíos, causas y consecuencias.
Proponer alternativas frente a imprevistos con criterio técnico, económico y de seguridad.
Elaborar informes profesionales con anexos, fotografías, planillas y conclusiones.

3. El seguimiento de obra como proceso profesional

Etapa	Pregunta principal	Producto
Preparación	¿Qué voy a observar y con qué información previa?	Plan de visita / checklist
Relevamiento	¿Qué está ocurriendo realmente?	Notas, mediciones, fotos, croquis
Contraste	¿Coincide con proyecto, pliego y programa?	Matriz de verificación
Diagnóstico	¿Qué desvíos existen y por qué?	Identificación de causas
Evaluación	¿Qué efectos tienen en plazo, costo, calidad y seguridad?	Análisis de impacto
Decisión	¿Qué alternativas son técnicamente posibles?	Recomendaciones
Comunicación	¿Cómo dejo constancia verificable?	Informe técnico

5.1 RELEVAMIENTO DE OBRAS Y ANÁLISIS PROFESIONAL

Relevar es **recoger de forma sistemática información de una obra** para conocer su estado real. No es mirar y sacar fotos. Es un proceso con objetivo, método y registro.

Se relevan obras por motivos distintos:

- **Formación:** visita guiada o trabajo práctico de una carrera.
- **Seguimiento:** control de una obra en ejecución.
- **Diagnóstico:** evaluar una obra terminada con problemas (fisuras, humedad, deformaciones).
- **Pericia o auditoría:** verificar cumplimiento contractual o normativo.
- **Proyecto de intervención:** ampliar, refaccionar o reforzar una construcción existente.

Regla de oro: el objetivo del relevamiento define qué se mide, con qué instrumento y con qué precisión. Un relevamiento sin objetivo produce montañas de datos inútiles.

Diferencia entre relevamiento, inspección y auditoría

- **Relevamiento:** describe el estado de la obra. Es principalmente informativo.
- **Inspección:** compara lo ejecutado contra una exigencia (plano, pliego, norma) y emite conformidad u observaciones.
- **Auditoría:** revisa en forma independiente procesos, documentos y resultados contra un referencial.

En la práctica, un buen relevamiento sirve de base para las otras dos.

5.1.1 Identificación de la obra

Lo primero es **saber exactamente qué obra se está estudiando**. Se arma una ficha de identificación. Sin ella, el informe pierde valor técnico.

La identificación debe permitir reconocer inequívocamente el objeto relevado. La ficha inicial reúne datos administrativos, técnicos y físicos. Puede tratarse de una vivienda, edificio público, puente, pavimento, canal, red sanitaria, obra de contención o infraestructura energética. El nivel de detalle dependerá de los objetivos de la visita.

Dato	Contenido sugerido
Denominación	Nombre oficial o identificación del proyecto.
Ubicación	Dirección, localidad, departamento/provincia; coordenadas si resulta pertinente.
Comitente	Organismo, empresa o persona que encarga la obra.
Proyectista	Responsable del proyecto o consultora.
Contratista	Empresa ejecutora y subcontratistas principales.
Dirección/inspección	Profesional/es responsables y función.
Tipo de contrato	Ajuste alzado, precios unitarios, coste y costas u otra modalidad.
Monto y plazo	Presupuesto contractual y plazo previsto.
Fecha de inicio	Inicio contractual y fecha estimada de finalización.
Estado	Etapa actual: movimiento de suelos, fundaciones, estructura, terminaciones, etc.
Documentos de referencia	Planos, pliegos, memoria, cronograma, cómputo, libro de obra.

En obras públicas conviene agregar número de licitación, expediente, fuente de financiamiento y organismo inspector. En obras privadas pueden incorporarse permisos municipales, nomenclatura catastral y datos de la dirección técnica. La ficha debe distinguir información confirmada de información pendiente de verificación.

5.1.2 Preparación de la visita

La calidad del relevamiento depende en gran medida de la preparación. Una visita sin objetivos claros suele producir fotografías abundantes pero poca información útil. Antes de ir a obra deben revisarse documentos disponibles y definirse preguntas.

Definir objetivo: reconocimiento general, control de avance, patología, seguridad, materiales o seguimiento de una etapa específica.
Revisar planos, memoria, pliego, cronograma y antecedentes.
Preparar croquis o planos para marcar observaciones.
Diseñar checklist de puntos críticos.
Definir instrumentos: cinta, distanciómetro, nivel, cámara, medidores u otros.
Coordinar acceso y condiciones de seguridad.
Preparar preguntas para el profesional responsable.
Determinar formato de registro y nomenclatura de fotografías.

Seguridad: *El relevamiento no habilita a ingresar libremente en sectores peligrosos. La visita debe ajustarse a las reglas de la obra, utilizar EPP requerido y respetar las indicaciones del responsable.*

Elementos de protección personal (EPP) mínimos en obra

- Casco.
- Calzado de seguridad con puntera.
- Chaleco reflectivo.
- Anteojos de seguridad.
- Guantes.
- Protección auditiva cuando haya maquinaria ruidosa.

El marco legal de seguridad en construcción en Argentina se apoya en la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, el Decreto 911/96 (específico de la industria de la construcción) y la Ley 24.557 de Riesgos del Trabajo.

5.1.3 Métodos de relevamiento en terreno

Los métodos pueden combinar observación directa, medición, registro fotográfico, entrevistas, inspección documental y ensayos. La elección depende del problema. Para evaluar avance físico basta con mediciones y contraste con planos; para diagnosticar una fisura puede requerirse además historial, medición de apertura, seguimiento temporal y eventualmente ensayos.

Método	Ventaja	Limitación	Ejemplo
Observación directa	Rápida y global	Puede ser subjetiva	Estado de frentes de trabajo.
Medición	Dato cuantitativo	Requiere instrumento y referencia	Dimensiones, niveles, fisuras.
Fotografía	Evidencia visual	Necesita fecha/ubicación/contexto	Secuencia de avance.
Croquis	Sintetiza relaciones espaciales	Depende de claridad gráfica	Interferencias o daños.
Entrevista	Recupera decisiones y antecedentes	Puede contener opiniones	Causa de cambio de secuencia.
Documentos	Permiten contraste formal	Pueden estar desactualizados	Planos, órdenes, certificados.
Ensayo	Verifica propiedad específica	Costo y procedimiento	Resistencia, densidad, compactación.

No existe una única técnica. Lo correcto es **combinar varias** para cruzar información. Eso se llama **triangulación**: si tres fuentes distintas dicen lo mismo, el dato es confiable.

a) Observación directa

Es la base de todo. Se recorre la obra con un orden lógico y se anota lo que se ve.

- Recorrer de lo general a lo particular: implantación, volumen, sectores, detalles.
- Seguir la secuencia constructiva: fundaciones, estructura, cerramientos, instalaciones, terminaciones.
- Anotar hechos, no opiniones. «Fisura de 0,3 mm en viga V3, tramo central» y no «viga en mal estado».

b) Registro fotográfico

La foto es evidencia. Debe poder entenderse sin explicación.

- Tomar una vista general y luego el detalle de cada situación.
- Incluir escala de referencia (cinta, regla, objeto conocido).
- Registrar fecha, hora y ubicación de cada toma.
- Numerar y asociar cada foto a un punto del croquis.
- No alterar las imágenes.

c) Croquis y planos de relevamiento

Si no hay planos, o están desactualizados, se levanta un croquis acotado.

- Dibujar a mano alzada, pero con proporciones razonables.
- Acotar todo: largos, anchos, alturas, espesores.
- Indicar norte, escala aproximada y referencias fijas.
- Después, pasar a limpio en CAD o dibujo digital.

d) Mediciones con instrumentos

Instrumento	Para qué sirve	Limitación
Cinta métrica	Distancias cortas, espesores	Flecha en tramos largos, error por manipulación
Distanciómetro láser	Distancias y áreas interiores rápidas	Superficies brillantes o exceso de luz solar

Instrumento	Para qué sirve	Limitación
Nivel óptico o láser	Cotas y desniveles	Requiere mira y buena visibilidad
Estación total	Coordenadas precisas, replanteo	Costosa, requiere operador entrenado
GNSS o GPS geodésico	Posicionamiento y georreferenciación	Falla bajo techo o con obstrucciones
Dron con fotogrametría	Relevamiento aéreo, volúmenes, avance	Normativa de vuelo, clima, autonomía
Escáner láser 3D	Nube de puntos de alta densidad	Costo y procesamiento de datos
Fisurómetro	Ancho de fisuras y su evolución	Solo mide fisuras accesibles
Plomada y nivel de burbuja	Verticalidad y horizontalidad	Precisión limitada

e) Ensayos no destructivos y semidestructivos (diagnóstico)

Se usan cuando se evalúa una estructura existente.

- **Esclerómetro:** estima la dureza superficial del hormigón. Es orientativo, no reemplaza al ensayo de resistencia.
- **Ultrasonido:** detecta vacíos, fisuras internas y uniformidad del hormigón.
- **Pachómetro:** ubica armaduras y mide recubrimientos.
- **Extracción de testigos:** se calan cilindros y se rompen en laboratorio. Es el ensayo más confiable para resistencia en estructura existente.
- **Medición de humedad:** higrómetros para muros y pisos.

f) Relevamiento de patologías

Cuando hay daños, se los registra con un criterio fijo:

- **Qué:** tipo de patología (fisura, humedad, desprendimiento, corrosión, deformación).
- **Dónde:** elemento y ubicación exacta.
- **Cuánto:** dimensión, extensión, ancho de fisura.
- **Cómo evoluciona:** activa o estabilizada (se controla con testigos de yeso o fisurómetros).
- **Posible causa:** hipótesis, sin afirmar hasta tener evidencia.

g) Fuentes documentales y entrevistas

Se cruza lo medido con lo escrito (planos, pliegos, libros de obra) y con lo dicho por los responsables. Eso lleva al siguiente punto.

Datos cuantitativos y cualitativos

- **Cuantitativos:** se miden (dimensiones, resistencias, porcentajes, costos).
- **Cualitativos:** se describen (calidad de terminación, orden de la obra, clima laboral, percepción de los vecinos).

Un buen informe usa ambos. Los números sostienen la objetividad. La descripción aporta contexto.

Errores frecuentes al relevar

- Ir sin objetivo claro.
- No acotar los croquis.
- Fotos sin referencia de ubicación.
- Mezclar hechos con opiniones.
- Medir una sola vez lo que es crítico.
- No registrar las condiciones (clima, hora, quién acompañó).

5.1.4 Registro fotográfico técnico

La fotografía de obra debe funcionar como evidencia. Para ello debe incluir contexto, ubicación y escala cuando corresponda. Conviene realizar una toma general, una intermedia y un detalle. Las imágenes deben numerarse y vincularse con el texto del informe.

Registrar fecha y sector.
Evitar fotografías sin referencia espacial.
Incluir escala cuando se documentan fisuras, espesores o defectos.
No modificar digitalmente el contenido que sirve como evidencia.
Usar pies de foto descriptivos: qué se observa y dónde.
Mantener una secuencia repetible para comparar avance entre visitas.

5.1.5 Mediciones y croquis

Las mediciones de obra deben declarar instrumento, unidad y precisión razonable. Un croquis no reemplaza un plano ejecutivo, pero resulta excelente para registrar dimensiones observadas, orientación, posición de defectos, secuencia constructiva y relaciones entre elementos.

Ejemplo: *Para una fisura en muro, el croquis debe ubicarla respecto de aberturas, apoyos y juntas; una fotografía aislada de la fisura no permite interpretar su posible causa.*

5.1.6 Entrevista al profesional a cargo

La entrevista permite comprender el proceso de decisión que no siempre aparece en los documentos. Debe ser breve, respetuosa y preparada. El objetivo no es evaluar al profesional sino comprender la obra. Las respuestas deben distinguirse de las observaciones del estudiante.

Bloque	Preguntas orientativas
Proyecto	¿Cuál es el objetivo de la obra? ¿Qué condicionantes fueron determinantes?
Organización	¿Cómo se estructura el equipo? ¿Qué tareas se subcontratan?
Planificación	¿Cuáles son los hitos principales y el camino crítico?
Materiales	¿Qué controles se realizan al recibirlos? ¿Hubo sustituciones?
Calidad	¿Qué ensayos y registros se utilizan?
Seguridad	¿Cuáles son los riesgos dominantes de la etapa actual?
Avance	¿El ritmo real coincide con el previsto?
Problemas	¿Qué imprevistos relevantes aparecieron y cómo se resolvieron?
Ambiente y entorno	¿Qué medidas se aplican para polvo, ruido, tránsito, residuos o agua?
Aprendizajes	¿Qué decisión cambiaría si iniciara nuevamente la obra?

Es conveniente cerrar la entrevista verificando datos objetivos —fechas, porcentajes, procedimientos— y solicitando autorización cuando se vaya a atribuir una afirmación al entrevistado en un trabajo académico.

El profesional a cargo (director de obra, jefe de obra o representante técnico) tiene información que ningún plano contiene: decisiones, problemas pasados, razones de cada cambio.

Objetivos de la entrevista

- Entender el porqué de las decisiones de proyecto y de ejecución.
- Conocer el estado real de plazo, costos y problemas.
- Obtener información no documentada.
- Contrastar lo observado con la visión del responsable.

Preparación

1. Investigar antes sobre la obra y el entrevistado.
2. Pedir turno con anticipación y explicar el propósito.
3. Preparar un guion de preguntas, pero con flexibilidad.
4. Llevar grabador (pidiendo autorización) o libreta.
5. Elegir un momento que no interfiera con tareas críticas de la obra.

Tipo de entrevista

- Estructurada: preguntas fijas, igual para todos. Útil para comparar.
- Semiestructurada: guion base con libertad para repreguntar. Es la más recomendada para este trabajo.
- Libre: conversación abierta. Rica, pero difícil de ordenar.

Guion de preguntas por bloques

Bloque 1: perfil y rol

- ¿Cuál es su formación y cuántos años de experiencia tiene en obras de este tipo?
- ¿Cuál es su función exacta en esta obra?
- ¿Desde qué etapa participa?

Bloque 2: proyecto y concepción

- ¿Cuál fue el objetivo del proyecto y quién lo definió?
- ¿Qué alternativas se evaluaron para el emplazamiento y el sistema constructivo?
- ¿Por qué se eligieron estos materiales y esta tecnología?

Bloque 3: ejecución

- ¿Cómo se organiza la obra? ¿Cuántas personas y subcontratos intervienen?
- ¿Cuál es el porcentaje de avance físico y cómo se mide?
- ¿Cómo controlan la calidad de los materiales y de los trabajos?

Bloque 4: dificultades

- ¿Cuál fue el principal problema técnico hasta ahora y cómo se resolvió?
- ¿Hubo modificaciones de proyecto o adicionales? ¿Por qué razón?
- ¿Qué impacto tuvieron en plazo y costo?

Bloque 5: seguridad, ambiente y comunidad

- ¿Qué medidas de seguridad e higiene se aplican?
- ¿Cómo se manejan residuos, polvo, ruido y tránsito?
- ¿Hubo reclamos de vecinos? ¿Cómo se atendieron?

Bloque 6: mirada profesional

- ¿Qué cambiaría si pudiera empezar de nuevo?
- ¿Qué consejo daría a un estudiante que se inicia en obra?

Buenas prácticas durante la entrevista

- Preguntas abiertas («¿cómo resolvieron…?») antes que cerradas («¿fue difícil?»).
- Una pregunta por vez.
- Escuchar más de lo que se habla.
- No juzgar ni discutir con el entrevistado.
- Pedir ejemplos concretos y cifras.
- Cerrar agradeciendo y consultando si se puede volver a contactar.

Después de la entrevista

- Transcribir o resumir el mismo día, mientras está fresco.
- Separar lo que dijo el entrevistado de lo que verificaste vos.
- Citar al entrevistado de forma textual solo cuando aporte valor.
- Respetar la confidencialidad que se haya acordado.
- Si es posible, validar con el entrevistado los datos críticos.

5.1.7 Observación participante y ética del relevamiento

El visitante debe evitar interferir con tareas, emitir órdenes a trabajadores o difundir información sensible. Fotografías de personas, documentación contractual o sectores

restringidos requieren cuidado. La ética profesional comienza en el relevamiento: registrar de modo objetivo, no exagerar defectos y no ocultar observaciones relevantes.

5.1.8 Análisis del emplazamiento

El emplazamiento condiciona accesibilidad, fundaciones, drenaje, logística, interferencias y relación con el entorno. Deben observarse topografía, tipo de suelo, escorrentía, orientación, asoleamiento, vientos, accesos, servicios existentes, edificaciones vecinas, tránsito y restricciones normativas.

Variable	Preguntas de análisis
Topografía	¿Requiere cortes, rellenos, muros o bombeos?
Suelo	¿Qué capacidad y comportamiento geotécnico se espera?
Agua	¿Existe napa, escorrentía o riesgo de inundación?
Acceso	¿Pueden ingresar camiones, grúas y equipos?
Entorno	¿Hay viviendas, escuelas, hospitales o actividades sensibles?
Servicios	¿Existen redes que interfieren con excavaciones?
Clima	¿Afecta hormigonado, movimiento de suelos o cubiertas?
Disponibilidad	¿Qué materiales y mano de obra existen localmente?

Ejemplo: obra vial urbana

En una repavimentación urbana, el emplazamiento incluye mucho más que la calzada. Deben estudiarse desvíos de tránsito, accesos a viviendas y comercios, transporte público, drenaje pluvial, árboles, redes subterráneas y horarios de trabajo. El impacto de una buena solución técnica puede ser negativo si la ejecución bloquea durante meses la actividad del área.

5.1.9 Análisis socioambiental

El análisis socioambiental identifica interacciones entre la obra y la población, el ambiente físico y los recursos. Debe distinguir impactos temporarios de construcción e impactos permanentes de operación. También conviene separar impactos negativos, positivos y riesgos.

Aspecto	Impactos posibles	Medidas
Polvo	Molestias, reducción de visibilidad, suciedad	Riego, cobertura de cargas, limpieza.
Ruido	Afectación a vecinos y trabajadores	Horarios, barreras, mantenimiento de equipos.
Tránsito	Congestión y riesgo vial	Plan de desvíos, señalización, banderilleros.
Residuos	Contaminación y ocupación del espacio	Separación, retiro y disposición autorizada.
Agua	Sedimentos, efluentes, erosión	Drenajes, decantación y protección.
Vegetación	Pérdida o daño	Delimitación y compensación.
Actividad económica	Interrupciones o mejora de accesibilidad	Planificación por etapas.
Empleo	Demanda local de mano de obra	Capacitación y contratación organizada.

Un análisis profesional evita afirmar que una obra “no impacta”. Toda obra produce interacciones. El objetivo es identificar magnitud, duración, reversibilidad, población afectada y medidas preventivas o compensatorias.

5.1.10 Características morfológicas y funcionales

La morfología describe forma, organización espacial, dimensiones, volumetría, modulación y relación entre partes. La función explica qué debe hacer la obra. Ambas deben analizarse juntas: una estructura puede ser morfológicamente eficiente pero funcionalmente inadecuada si interfiere circulaciones o mantenimiento.

Tipo de obra	Variables morfológicas	Variables funcionales
Edificio	Plantas, alturas, luces, circulaciones	Uso, capacidad, accesibilidad, evacuación

Puente	Luz, número de tramos, gálibo	Capacidad vial, cruces, mantenimiento
Canal	Sección, pendiente, revestimiento	Caudal, control, seguridad hidráulica
Pavimento	Ancho, capas, pendientes	Tránsito, drenaje, confort
Red sanitaria	Diámetros, trazado, cámaras	Caudal, presión, mantenimiento
Muro de contención	Altura, geometría, drenajes	Estabilidad y protección del terreno

5.1.11 Lectura del sistema constructivo

El estudiante debe reconocer cómo se materializa la obra: estructura resistente, envolvente, instalaciones, terminaciones, infraestructura provisoria y secuencia. La lectura se beneficia al seguir el camino de cargas, el camino del agua y el recorrido de instalaciones.

Camino de cargas: desde losas y vigas hacia columnas, fundaciones y suelo.
Camino del agua: cubiertas, pendientes, canaletas, bajadas, drenajes.
Camino de instalaciones: acometidas, montantes, distribución y descarga.
Secuencia constructiva: qué tareas dependen de cuáles.
Interfaces: encuentros entre rubros donde suelen aparecer fallas.

5.1.12 Seguridad e higiene durante el relevamiento

La construcción presenta riesgos específicos y cambiantes. En Argentina, el Decreto 911/96 reglamenta Higiene y Seguridad para la industria de la construcción. Para una visita académica o inspección, la regla esencial es respetar el plan de seguridad de la obra y no ingresar a sectores no habilitados.

Riesgo	Ejemplos	Precauciones de relevamiento
Caídas	Bordes, escaleras, huecos	No cruzar barreras; respetar circulaciones.
Objetos	Herramientas y materiales en altura	Casco y zonas seguras.
Equipos móviles	Camiones, excavadoras, grúas	Contacto visual y distancia.
Excavaciones	Taludes, entibaciones	No ingresar sin autorización.
Electricidad	Tableros y cables	No manipular; observar desde zona segura.
Polvo/ruido	Corte, demolición	EPP específico y permanencia limitada.
Hormigonado	Bombas, mangueras, encofrados	Mantenerse fuera de la operación.

Una observación técnicamente interesante nunca justifica exponerse a un riesgo no controlado.

5.1.13 Instrumentos y tecnologías de relevamiento

Las herramientas van desde cinta métrica y nivel hasta estaciones totales, GNSS, drones, escáner láser y aplicaciones móviles. La tecnología debe elegirse según precisión necesaria y objetivo. Un dron puede documentar una cubierta inaccesible, pero no sustituye una inspección cercana cuando se necesita diagnosticar adherencia o textura.

Herramienta	Aplicación
Cinta / distanciómetro	Dimensiones y comprobaciones rápidas.
Nivel óptico/láser	Cotas, pendientes y asentamientos.
Estación total	Levantamientos geométricos de precisión.
GNSS	Posicionamiento y relevamiento territorial.
Dron	Fotogrametría, avance, cubiertas, grandes superficies.
Escáner láser	Nube de puntos y documentación as-built.
Aplicación móvil	Checklists, fotos georreferenciadas, incidencias.
BIM	Comparación modelo-obra y gestión de información.

5.1.14 Relevamiento conforme a obra

El relevamiento conforme a obra registra cómo quedó efectivamente construido. Es esencial para operación, mantenimiento y futuras ampliaciones. Debe documentar cambios de trazado, cotas, materiales, ubicaciones de válvulas, cámaras, conductos ocultos y toda modificación relevante.

Ejemplo: *Una tubería enterrada que se desplazó 80 cm por interferencia debe quedar registrada; de lo contrario, futuras excavaciones trabajarán con información incorrecta.*

5.2 CONTROL DE AVANCE Y ELABORACIÓN DE INFORMES TÉCNICOS

5.2.1 Concepto de avance de obra

El avance expresa cuánto de la obra planificada se ha ejecutado. Puede medirse físicamente —metros cúbicos de hormigón, metros de cañería, unidades colocadas— o económicamente —valor de las tareas ejecutadas. Un porcentaje global sin desglose puede ocultar atrasos importantes.

Tipo de avance	Descripción	Uso
Físico	Cantidad realmente ejecutada respecto de la prevista	Producción y control técnico.
Económico	Valor monetario ejecutado respecto del contrato	Certificación y flujo financiero.
Temporal	Comparación entre fechas reales y programadas	Control de plazo.
Ponderado	Avance por rubro multiplicado por su peso relativo	Porcentaje global más representativo.

5.2.2 Descomposición de la obra y rubros

Para controlar avance se divide el proyecto en actividades o rubros medibles: movimiento de suelos, fundaciones, estructura, mampostería, instalaciones, cubiertas, terminaciones, pavimentos, señalización, etc. El nivel de desagregación debe permitir controlar sin generar una planilla inmanejable.

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT/WBS) organiza el alcance en paquetes. En docencia puede utilizarse una EDT sencilla para vincular plano, cómputo, presupuesto y cronograma.

5.2.3 Medición del avance

Definir la unidad de cada ítem.
Obtener cantidad total contractual.
Medir cantidad acumulada ejecutada.
Verificar calidad antes de reconocer avance.
Calcular porcentaje: ejecutado / total × 100.
Comparar con porcentaje programado a la fecha.
Registrar desvío y causa probable.

Ejemplo: si una obra posee 1.200 m^2 de mampostería y se verifican 720 m^2 aceptados, el avance físico del ítem es 60 %. Si el cronograma preveía 75 %, existe un atraso de 15 puntos porcentuales en ese rubro.

5.2.4 Cronogramas y curva de avance

El cronograma representa actividades, duración y secuencia. Un diagrama de Gantt facilita visualizar solapes e hitos. La curva S acumula avance o inversión a lo largo del tiempo y permite comparar planificado y real. La forma S surge porque la producción suele ser lenta al inicio, crece durante la fase principal y vuelve a disminuir al cierre.

Situación	Interpretación
Real debajo del plan	Atraso o menor producción acumulada.
Real sobre el plan	Adelanto, cambio de secuencia o mayor producción.
Costo sobre plan con avance igual	Posible sobrecosto o cambio de precios.
Avance físico alto y económico bajo	Diferencia de ponderación, certificación o precios.

5.2.5 Camino crítico e interferencias

No todas las actividades tienen igual impacto sobre el plazo final. Las tareas del camino crítico carecen de holgura suficiente; un retraso en ellas puede desplazar la fecha de terminación. En obra, las interferencias entre estructura, instalaciones y arquitectura suelen producir demoras aunque cada contratista cumpla parcialmente su tarea.

Ejemplo: *Una losa terminada no habilita cielorrasos si las instalaciones que quedarán ocultas no fueron probadas. Avanzar un rubro sin liberar la interfaz puede generar retrabajo.*

5.2.6 Informes de avance de obra

El informe de avance es un documento periódico que sintetiza estado, producción, calidad, seguridad, costos, problemas y decisiones. Debe permitir que una persona que no visitó la obra comprenda qué ocurrió durante el período.

Sección	Contenido
Identificación	Obra, contrato, período, responsables.
Resumen ejecutivo	Estado general, hitos y alertas.
Avance físico	Porcentajes por rubro y comparación con plan.
Actividades realizadas	Descripción concreta de tareas.
Recursos	Personal, equipos y frentes activos.
Calidad	Ensayos, inspecciones, no conformidades.
Materiales	Ingresos, certificados, rechazos y almacenamiento.
Seguridad/ambiente	Incidentes, observaciones y medidas.
Costos/certificación	Mediciones y situación económica.
Problemas	Desvíos, causas, impacto y responsables.
Próximo período	Tareas planificadas y restricciones.
Anexos	Fotos, planillas, croquis y ensayos.

5.2.7 Redacción técnica

La redacción debe ser precisa y verificable. Es preferible escribir “se verificaron 22 m de cañería colocada entre cámaras C4 y C6” en lugar de “se avanzó bastante con instalaciones”. Los adjetivos deben sustituirse por datos cuando sea posible.

Expresión débil	Redacción técnica mejorada
La obra está atrasada.	El avance acumulado es 54 % frente a 63 % programado; desvío: -9 puntos.
El hormigón parece malo.	Se observó segregación superficial en el paño P3; se recomienda evaluar causa y aceptación.
Faltan materiales.	No se recibió la partida de perfiles prevista para el 12/08; la actividad depende de ese suministro.
Hay humedad.	Se observan manchas y eflorescencias en el encuentro muro-cubierta del sector norte.
Se solucionó.	Se corrigió pendiente y se repitió prueba de estanqueidad con resultado satisfactorio.

5.2.8 Registro diario y parte de obra

El parte diario captura información que luego alimenta informes semanales o mensuales: clima, personal, equipos, tareas, cantidades, entregas, ensayos, incidentes e instrucciones. La continuidad del registro es fundamental para reconstruir causas de un atraso.

Fecha y condiciones meteorológicas.
Personal por oficio o contratista.
Equipos principales y horas de trabajo.
Frentes activos.
Cantidades ejecutadas.
Materiales recibidos.
Ensayos y controles.
Interrupciones y causas.
Visitas, instrucciones y decisiones.

5.2.9 Libro de obra, órdenes y comunicaciones

Las decisiones relevantes deben quedar documentadas. Según la organización contractual pueden utilizarse libro de obra, órdenes de servicio, notas de pedido, minutas, RFI o plataformas digitales. El principio es el mismo: toda instrucción que afecte alcance, calidad, plazo o costo debe ser trazable.

5.2.10 Verificación de materiales utilizados

El seguimiento debe comprobar que los materiales efectivamente incorporados coinciden con especificaciones y aprobaciones. La verificación incluye identificación, documentación, almacenamiento, estado, compatibilidad y ensayos.

Material	Qué verificar en obra
Cemento	Tipo, lote, certificación, almacenamiento seco.
Áridos	Origen, granulometría, limpieza, humedad.
Acero	Calidad, diámetro, certificados, estado y posición.
Hormigón	Remito, asentamiento, temperatura si corresponde, probetas.

Mampuestos	Tipo, dimensiones, roturas, absorción/calidad.
Membranas	Marca, espesor, lote, sistema de colocación.
Cañerías	Material, clase, diámetro, accesorios y certificados.
Suelo seleccionado	Origen, granulometría, humedad y compactación.

Una sustitución de material debe analizar equivalencia técnica. El hecho de que dos productos "sirvan para lo mismo" comercialmente no significa que tengan igual resistencia, durabilidad, compatibilidad o certificación.

5.2.11 Control de calidad

El control de calidad comprende prevención, inspección, ensayos, registros y tratamiento de no conformidades. No se limita a ensayar el producto final. La calidad se construye durante el proceso.

Nivel	Ejemplo
Control de insumos	Certificados y ensayos de materiales.
Control de proceso	Compactación por capas, curado, soldadura.
Control geométrico	Ejes, niveles, espesores y tolerancias.
Control de producto	Resistencia, estanqueidad, terminación.
Control documental	Planos vigentes, registros y trazabilidad.

5.2.12 No conformidades

Una no conformidad es el incumplimiento de un requisito. Debe describirse objetivamente, identificar requisito afectado, contener evidencia y definir tratamiento. Las opciones incluyen reparar, rehacer, aceptar mediante evaluación técnica o rechazar.

Detectar y registrar.
Contener el problema para evitar que continúe.
Analizar causa.
Evaluar impacto en seguridad, función y durabilidad.
Definir disposición: reparación, reemplazo, aceptación técnica u otra.
Verificar eficacia de la corrección.
Cerrar documentalmente.

Ejemplo: *Una resistencia de hormigón inferior al valor esperado no se resuelve automáticamente demoliendo ni aceptando. Se aplica el procedimiento reglamentario de evaluación, se revisan resultados y, si corresponde, se realizan verificaciones adicionales.*

5.2.13 Planes de inspección y ensayo

Un Plan de Inspección y Ensayo (PIE/ITP) define puntos de control antes de que la obra avance. Puede indicar puntos de espera: por ejemplo, no hormigonar hasta que armaduras, recubrimientos, insertos y encofrados hayan sido verificados.

Actividad	Control previo	Evidencia
Hormigonado	Armaduras, recubrimiento, encofrado, limpieza	Checklist y aprobación.
Relleno	Material, espesor de capa, humedad	Ensayo de densidad.
Impermeabilización	Soporte, pendientes, encuentros	Inspección + prueba.
Cañería	Trazado, uniones, pendiente	Prueba hidráulica.
Soldadura	Procedimiento, preparación, consumibles	Inspección / END si aplica.

5.2.14 Cómputo métrico

El cómputo traduce la geometría del proyecto y lo realmente ejecutado en cantidades medibles. Debe existir coherencia entre plano, unidad, criterio de medición y presupuesto. Una medición de obra puede diferir del cómputo contractual si hubo cambios autorizados.

Rubro	Unidad frecuente	Criterio
Excavación	m^3	Volumen geométrico según secciones y cotas.
Hormigón	m^3	Volumen de elementos estructurales.
Acero	kg	Longitudes, diámetros y masas unitarias.
Mampostería	m^2 o m^3	Superficie neta o volumen según pliego.
Revoque/pintura	m^2	Superficie tratada.

Cañería	m	Longitud según eje y criterio contractual.
Pavimento	$m^2/m^3/t$	Según capa y modalidad de medición.

El criterio de medición debe leerse en el pliego. Por ejemplo, algunas partidas incluyen desperdicios y accesorios dentro del precio unitario; otras los computan separadamente.

5.2.15 Presupuesto de obra

El presupuesto combina cantidades con precios. El precio unitario integra materiales, mano de obra, equipos, rendimientos, pérdidas y costos indirectos según la metodología adoptada. Durante el seguimiento se compara presupuesto contractual, costos reales y proyección al terminar.

Componente	Ejemplo
Materiales	Cemento, acero, cañerías.
Mano de obra	Horas-hombre por tarea.
Equipos	Excavadora, grúa, bomba.
Transporte	Flete y movimientos internos.
Pérdidas	Recortes, roturas y desperdicios.
Indirectos	Obrador, administración, seguridad, seguros.
Utilidad e impuestos	Según modalidad y legislación aplicable.

5.2.16 Análisis de precios unitarios

El análisis de precio unitario permite entender por qué un ítem cuesta lo que cuesta y cómo lo afectan cambios de rendimiento. Si una cuadrilla produce 20 m^2/día en lugar de 30 m^2/día, el costo de mano de obra por m^2 aumenta aunque el salario diario no cambie.

Ejemplo: *Comparar dos métodos de ejecución de una zanja: excavación manual y excavación mecánica. El equipo tiene mayor costo horario, pero puede reducir fuertemente el costo por metro cúbico si la producción es elevada.*

5.2.17 Certificación de obra

La certificación reconoce económicamente cantidades ejecutadas y aceptadas conforme al contrato. No es idéntica al simple avance físico: pueden existir anticipos, acopios, redeterminaciones, retenciones o ítems globales. El responsable debe conocer el procedimiento contractual.

Medición de cantidades ejecutadas.
Conformidad técnica de los trabajos.
Aplicación de precios contractuales.
Deducciones, retenciones o anticipos según contrato.
Actualizaciones o redeterminaciones cuando correspondan.
Aprobación y documentación respaldatoria.

5.2.18 Relación avance-plazo-costo

Plazo, costo y alcance/calidad están interrelacionados. Recuperar un atraso puede requerir más recursos o cambios de secuencia. Reducir costo sin revisar prestaciones puede afectar calidad. Por eso, toda acción correctiva debe evaluarse integralmente.

Problema	Respuesta posible	Riesgo secundario
Atraso	Agregar cuadrilla	Congestión y baja productividad.
Falta de material	Cambiar proveedor	Variación de calidad o compatibilidad.
Costo alto	Optimizar método	Necesidad de inversión en equipo.
Interferencia	Cambiar secuencia	Impacto sobre tareas siguientes.
Defecto	Reparar	Tiempo de espera y nueva verificación.

5.2.19 Resolución de imprevistos

Los imprevistos son inherentes a la construcción. La competencia profesional consiste en responder con método y no improvisar sin análisis. Puede tratarse de suelo distinto al previsto, servicios no detectados, lluvias extraordinarias, falta de materiales, errores de replanteo, incompatibilidades de planos o fallas de calidad.

Detener o contener el riesgo si existe posibilidad de daño.
Registrar hechos y evidencia.

Verificar documentos y requisitos.
Identificar causas y restricciones.
Generar alternativas.
Evaluar seguridad, calidad, plazo, costo y ambiente.
Consultar y obtener aprobación de quien tenga competencia.
Implementar la solución.
Verificar resultado y actualizar documentación.

5.2.20 Herramientas de análisis de causas

Para problemas repetitivos conviene utilizar herramientas estructuradas. Los '5 porqués' buscan profundizar desde el síntoma hasta la causa. El diagrama de Ishikawa agrupa causas en mano de obra, método, material, maquinaria, medición y ambiente. No se trata de burocracia: evita corregir solamente el efecto.

Síntoma	Causa superficial	Causa raíz posible
Baja resistencia	Hormigón con mucha agua	Falta de control de dosificación/recepción.
Filtración	Membrana fisurada	Pendiente deficiente y empozamiento.
Atraso	Poca producción	Interferencia no resuelta entre contratistas.
Fisura	Retracción	Curado insuficiente + geometría/juntas.

5.2.21 Gestión de cambios

Un cambio de obra debe pasar por análisis técnico y formalización. Cambiar dimensiones, materiales, recorridos o detalles sin actualizar documentación genera inconsistencias. La gestión debe identificar qué cambia, por qué, quién aprueba y qué impacto tiene.

Descripción del cambio.
Justificación.
Planos o documentos afectados.
Impacto en cantidad y presupuesto.
Impacto en plazo.
Revisión de seguridad, durabilidad y mantenimiento.
Aprobaciones.
Actualización de planos conforme a obra.

5.2.22 Diagnóstico de problemas frecuentes

Problema	Evidencias	Verificaciones	Respuesta técnica
Asentamiento	Fisuras, desniveles	Geotecnia, cotas, drenaje	Evaluar causa y estabilización.
Segregación de hormigón	Nidos, árido expuesto	Colocación, vibrado, mezcla	Evaluar profundidad y reparar si procede.
Corrosión	Óxido, desprendimiento	Recubrimiento, cloruros, carbonatación	Eliminar causa y diseñar reparación.
Humedad ascendente	Manchas bajas, sales	Barrera, terreno, instalaciones	Interrumpir fuente y reparar.
Falla de compactación	Asentamientos, densidad baja	Ensayos y procedimiento	Recompactar o reemplazar.
Desprendimiento de revestimiento	Huecos, piezas sueltas	Soporte, adhesivo, juntas	Corregir sistema, no solo reponer piezas.

5.2.23 Control geométrico y tolerancias

Una obra puede ser resistente pero no funcional si está fuera de geometría. Se controlan ejes, niveles, verticalidad, espesores, pendientes, posiciones de insertos y dimensiones. Las tolerancias deben provenir del proyecto, reglamentos, normas o especificaciones; no son sinónimo de error permitido sin límite.

Ejemplo: *Una pendiente insuficiente en terraza puede estar dentro de una medición aparentemente pequeña, pero funcionalmente generar empozamiento. El control debe relacionar tolerancia con desempeño.*

5.2.24 Control documental

Trabajar con planos obsoletos es una causa frecuente de retrabajo. El sistema documental debe identificar versión vigente, fecha, aprobaciones y distribución. Los planos anulados deben retirarse de los frentes o marcarse claramente.

Documento	Control
Plano	Código, revisión, fecha, estado de aprobación.
Especificación	Versión vigente y alcance.
RFI/consulta	Pregunta, respuesta y documentos afectados.
Orden	Emisor autorizado, fecha y recepción.
Ensayo	Muestra, lote, método y resultado.
Certificado	Producto, proveedor y trazabilidad.

5.2.25 Reuniones de obra

La reunión de obra coordina decisiones. Una minuta eficaz registra asistentes, temas, decisiones, responsables y fechas de compromiso. Debe evitar narraciones extensas y enfocarse en acciones.

Tema	Decisión	Responsable	Fecha compromiso
Interferencia sanitaria-viga	Emitir detalle revisado	Proyectista instalaciones	dd/mm
Entrega de perfiles	Confirmar nueva fecha	Contratista	dd/mm
Prueba de cubierta	Repetir luego de reparación	Subcontratista	dd/mm

6. Modelos de documentos para uso en clase

6.1 Ficha de visita de obra

Campo	Registro
Fecha y hora	
Obra	
Sector visitado	
Objetivo	
Responsable entrevistado	
Etapa constructiva	
Personal/equipos observados	
Trabajos en ejecución	
Materiales observados	
Controles realizados	
Desvíos/imprevistos	
Medidas de seguridad	
Impactos al entorno	
Conclusiones	

6.2 Lista de verificación general

Ítem	Sí	No	N/A	Observación
Planos vigentes disponibles				
Frentes de trabajo identificados				
Materiales protegidos y rotulados				
Controles de calidad documentados				
Circulaciones seguras				
Residuos gestionados				
Avance medible				
Interferencias registradas				
Cambios formalizados				
Registro fotográfico actualizado				

6.3 Estructura sugerida de informe técnico de visita

Carátula e identificación.
Objetivo y alcance.
Documentación consultada.
Metodología de relevamiento.
Descripción de la obra.
Estado y avance.

Observaciones técnicas.
Entrevista profesional: síntesis.
Análisis de emplazamiento y contexto.
Impacto socioambiental.
Calidad y materiales.
Problemas e imprevistos.
Conclusiones y recomendaciones.
Anexos: fotografías, planillas, croquis y resultados.

y documentación contractual de cada obra como fuentes primarias para el seguimiento.

15. Anexo A. Modelo de informe de avance

Campo	Contenido a completar
Obra / contrato	
Período	
Avance planificado	
Avance real	
Desvío	
Trabajos principales	
Materiales ingresados	
Ensayos realizados	
No conformidades	
Seguridad y ambiente	
Problemas / restricciones	
Acciones acordadas	
Próximas actividades	
Anexos	

16. Anexo B. Planilla simplificada de seguimiento por rubro

Rubro	Unidad	Total	Ejecutado período	Acumulado	% real	% plan	Desvío
Movimiento de suelos	m^3						
Fundaciones	m^3						
Estructura	m^3 / kg						
Mampostería	m^2						
Instalaciones	% / m						
Terminaciones	m^2 / %						

17. Anexo C. Guía para diagnóstico de un imprevisto

Pregunta	Registro
¿Qué ocurrió?	
¿Dónde y cuándo?	
¿Qué evidencia existe?	
¿Qué documento o requisito se afecta?	
¿Existe riesgo inmediato?	
¿Cuál es la causa probable?	
¿Qué alternativas son posibles?	
¿Cómo afecta plazo?	
¿Cómo afecta costo?	
¿Cómo afecta calidad/durabilidad?	
¿Quién debe aprobar?	
¿Qué documento debe actualizarse?	
¿Cómo se verificará la solución?	

18. Síntesis final

La práctica profesional en obra exige transformar datos dispersos en decisiones. El relevamiento provee evidencia; el análisis interpreta la relación entre proyecto y realidad; el seguimiento mide avance y calidad; el cómputo y presupuesto vinculan producción con recursos; y el informe técnico conserva la trazabilidad de lo ocurrido.

Un ingeniero civil competente no se limita a detectar que algo está mal. Debe identificar el requisito, medir el desvío, evaluar sus consecuencias, investigar causas, proponer alternativas y comunicar la decisión de forma clara. Esa capacidad integra conocimientos técnicos, gestión, ética, seguridad y comprensión del entorno.

Conclusión docente: *Observar una obra es aprender a leer decisiones materializadas. El seguimiento profesional convierte esa observación en control, diagnóstico y mejora.*

Bibliografía

Libros y guías

- Calavera, J. (2005). *Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado* (2.ª ed.). INTEMAC.
- Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4.ª ed.). Mundi-Prensa.
- Helene, P., y Pereira, F. (2003). *Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón*. CYTED.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Ishikawa, K. (1985). *What is total quality control? The Japanese way*. Prentice-Hall.
- Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., y Balsley, J. R. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact* (Circular 645). U.S. Geological Survey.
- Neufert, E. (2013). *Arte de proyectar en arquitectura* (16.ª ed.). Gustavo Gili.
- Project Management Institute. (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (7.ª ed.). PMI.
- Suárez Salazar, C. (s. f.). *Costo y tiempo en edificación*. Limusa.

Normas técnicas

- INPRES-CIRSOC. (2013). *INPRES-CIRSOC 103: Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes*. INTI.
- INTI-CIRSOC. (2005). *CIRSOC 201: Reglamento argentino de estructuras de hormigón*. INTI.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (s. f.). *IRAM 1534: Hormigón. Preparación y curado de probetas en obra*. IRAM.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (s. f.). *IRAM 1536: Hormigón fresco. Método de ensayo de la consistencia utilizando el tronco de cono*. IRAM.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (s. f.). *IRAM 1546: Hormigón. Método de ensayo de compresión*. IRAM.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (s. f.). *IRAM 50000: Cemento. Cementos para uso general*. IRAM.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Instituto Argentino de Siderurgia. (s. f.). *IRAM-IAS U 500-528: Barras de acero conformadas de dureza natural para armadura en estructuras de hormigón*. IRAM-IAS.
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos*. ISO.

Legislación argentina

- Decreto 911/1996. Reglamento de Higiene y Seguridad para la Industria de la Construcción. Poder Ejecutivo Nacional.
- Ley 13.064 de 1947. Obras Públicas. Congreso de la Nación Argentina.
- Ley 19.587 de 1972. Higiene y Seguridad en el Trabajo. Congreso de la Nación Argentina.
- Ley 24.314 de 1994. Accesibilidad de personas con movilidad reducida. Congreso de la Nación Argentina.

- Ley 24.557 de 1995. Riesgos del Trabajo. Congreso de la Nación Argentina.
- Ley 25.675 de 2002. Ley General del Ambiente. Congreso de la Nación Argentina.