**Definición de Objetivo y Métrica**

* **Objetivo:** Evaluar si el nuevo horario (Variante B) aumenta la **tasa de contacto exitoso** respecto al horario actual (Control A).
* **Métrica primaria:** p=p=p= proporción de llamadas exitosas = nuˊmero de contactosnuˊmero de intentos\dfrac{\text{número de contactos}}{\text{número de intentos}}nuˊmero de intentosnuˊmero de contactos​.
* **Medidas operativas a registrar por llamada:** id\_cliente, grupo (A/B), fecha/hora programada, fecha/hora intento, resultado (1/0), número de intentos, agente, región, canal. (estos covariables se usarán si luego se necesita un modelo que los incluya).
* **Criterio de paralización/decisión (pre-especificado):**
  + **Umbral de certeza:** P(pB>pA)≥0.95P(p\_B>p\_A) \ge 0.95P(pB​>pA​)≥0.95.
  + **Umbral de relevancia práctica (ROPE / δ):** diferencia mínima relevante δ=0.015\delta = 0.015δ=0.015 (1.5 puntos porcentuales) — la decisión requiere que la magnitud esperada sea al menos esto o que P(pB−pA≥δ)≥0.95P(p\_B - p\_A \ge \delta) \ge 0.95P(pB​−pA​≥δ)≥0.95 si así se desea.
  + **Nota:** no se fija duración ni tamaño muestral. Se decide cuando se alcanza el criterio anterior o por razones de negocio (costos, calendario).

**Ejemplo (datos):**

* A (control): 150 éxitos / 1000 intentos = 0.15 (15%).
* B (tratamiento): 180 éxitos / 1000 intentos = 0.18 (18%).

**2. Planteamiento de la Distribución a Priori (y parámetros iniciales)**

* **Elección del espacio:** Para una tasa binaria usamos prior Beta(α,β)\text{Beta}(\alpha,\beta)Beta(α,β).
* **Construcción de la prior desde histórico:**
  + Histórico medio = 15% → media prior =αα+β=0.15=\dfrac{\alpha}{\alpha+\beta}=0.15=α+βα​=0.15.
  + Elegimos “fuerza” (pseudon) N0N\_0N0​ = 100 (representa cuánta información previa queremos imponer).
  + Entonces α0=0.15⋅100=15,  β0=85\alpha\_0 = 0.15\cdot 100 = 15,\; \beta\_0 = 85α0​=0.15⋅100=15,β0​=85. Prior: Beta(15,85)\text{Beta}(15,85)Beta(15,85).
* **Si no se tiene histórico:** usar Beta(1,1)\text{Beta}(1,1)Beta(1,1) (uniforme) o Beta(2,2)\text{Beta}(2,2)Beta(2,2) débilmente informativa.
* **Incluir prior para ambas variantes:** si no hay razón de creer que B es mejor, usar la misma prior para A y B (Beta(15,85)\text{Beta}(15,85)Beta(15,85) en ambos). Si se espera mejora creíble, centrar ligeramente la prior de B (pero documentarlo).
* **Registro de la prior y justificación** en el plan de experimento (imprescindible).

**Ejemplo:** Prior para A y B = Beta(15,85).

**3. Diseño experimental (asignación, reglas, data engineering)**

* **Variantes:** A (control horario actual) vs B (horario optimizado).
* **Asignación aleatoria:** asignación 50/50 (o camping ratio distinto si hay razones), bloquear/estratificar si hay covariables importantes (ej. región) para balancearlas.
* **Regla de no contaminación:** no reasignar usuarios, identificar usuarios recurrentes por id y respetar grupo.
* **Registro y almacenamiento:** esquema de evento por llamada en base de datos, con marcas de tiempo y flujos ETL que alimenten el análisis.
* **No declarar tamaño muestral fijo:** el análisis es secuencial bayesiano; nuevos usuarios se asignan y se actualiza posterior.
* **Monitoreo técnico diario:** número de usuarios por grupo, desviaciones, missingness, verificación de la aleatorización (test de balance simples).

**Ejemplo de asignación:** en el experimento final se obtuvieron 1000 registros en A y 1000 en B.

**4. Ejecución del experimento y recolección de datos (flujo operativo)**

* **Lógica operativa:** el sistema encola llamadas y asigna variante; el resultado de cada intento ingresa al dataset.
* **Datos mínimos por registro:** id, grupo, éxito(1/0), timestamp, intentos.
* **Actualización secuencial:** cada bloque de nuevos datos (por ejemplo diario) se incorpora a la posterior; no hay penalización por “mirar” resultados intermedios.
* **Control de calidad:** chequear duplicados, pérdidas, inconsistencias de grupos.
* **Backups y auditoría:** registrar versión de código/algoritmo que decide horario para reproducción.
* **Nota legal/privacidad:** anonimizar id si corresponde y asegurar cumplimiento.

**Ejemplo operativo:** tras la fase de ejecución disponemos de:

* A: kA=150,nA=1000k\_A=150, n\_A=1000kA​=150,nA​=1000
* B: kB=180,nB=1000k\_B=180, n\_B=1000kB​=180,nB​=1000

**5. Actualización de la distribución posterior (cálculos concretos)**

* **Likelihood por grupo:** k∼Binomial(n,p)k \sim \text{Binomial}(n,p)k∼Binomial(n,p).
* **Conjugación Beta–Binomial:** si prior = Beta(α0,β0\alpha\_0,\beta\_0α0​,β0​), posterior = Beta(α0+k,  β0+n−k\alpha\_0+k,\;\beta\_0+n-kα0​+k,β0​+n−k).
* **Cálculo analítico del ejemplo:**
  + Prior: Beta(15,85)\text{Beta}(15,85)Beta(15,85).
  + Posterior A: Beta(αA,βA)=Beta(15+150, 85+1000−150)=Beta(165,935)\text{Beta}(\alpha\_A,\beta\_A)=\text{Beta}(15+150,\,85+1000-150)=\text{Beta}(165,935)Beta(αA​,βA​)=Beta(15+150,85+1000−150)=Beta(165,935).
  + Posterior B: Beta(15+180, 85+1000−180)=Beta(195,905)\text{Beta}(15+180,\,85+1000-180)=\text{Beta}(195,905)Beta(15+180,85+1000−180)=Beta(195,905).
* **Muestreo Monte Carlo para comparar:** muestrear pA(i)∼Beta(165,935)p\_A^{(i)}\sim\text{Beta}(165,935)pA(i)​∼Beta(165,935) y pB(i)∼Beta(195,905)p\_B^{(i)}\sim\text{Beta}(195,905)pB(i)​∼Beta(195,905) con gran N (ej. N=200k).
* **Medidas a extraer de las muestras:**
  + P(pB>pA)=1N∑1[pB(i)>pA(i)]P(p\_B>p\_A)=\frac{1}{N}\sum \mathbf{1}[p\_B^{(i)}>p\_A^{(i)}]P(pB​>pA​)=N1​∑1[pB(i)​>pA(i)​].
  + Distribución de Δ(i)=pB(i)−pA(i)\Delta^{(i)}=p\_B^{(i)}-p\_A^{(i)}Δ(i)=pB(i)​−pA(i)​: media, mediana, percentiles (2.5%, 97.5%).
  + P(Δ≥δ)P(\Delta \ge \delta)P(Δ≥δ) si se usa ROPE (por ejemplo δ=0.015\delta=0.015δ=0.015).

**Resultados del ejemplo (simulación 200k):**

* Media posterior A ≈ 0.1500.
* Media posterior B ≈ 0.1772.
* P(pB>pA)P(p\_B>p\_A)P(pB​>pA​) ≈ **0.9582** (95.82%).
* Media de la diferencia E[Δ]\mathbb{E}[\Delta]E[Δ] ≈ **0.0272** (2.72 pp).
* IC 95% (percentiles 2.5–97.5) para Δ\DeltaΔ: ≈ [−0.0036, 0.0583] (−0.36 a +5.83 pp).
* IC95% para p\_A: [0.1295, 0.1717]; para p\_B: [0.1551, 0.2003].

**6. Análisis de Resultados: interpretación probabilística y magnitud**

* **Probabilidad de superioridad:** P(pB>pA)P(p\_B>p\_A)P(pB​>pA​) directa y legible. En el ejemplo: 95.82% → supera el umbral 95%.
* **Evaluar magnitud/practicidad:**
  + E[Δ]=2.72\mathbb{E}[\Delta] = 2.72E[Δ]=2.72 pp — cuantifica ganancia esperada.
  + IC95% toca valores negativos (muy cercanos a 0), lo que indica algo de incertidumbre.
  + Calcular P(Δ≥δ)P(\Delta\ge\delta)P(Δ≥δ): por ejemplo si δ=0.015\delta=0.015δ=0.015 (1.5 pp), se estima ≈\approx≈ probabilidad alta (puedo calcular exacto si quieres), lo que da evidencia práctica.
* **Reportes útiles para negocio:** P(pB>pA)P(p\_B>p\_A)P(pB​>pA​), P(Δ≥δ)P(\Delta\ge\delta)P(Δ≥δ), media/mediana de Δ\DeltaΔ, IC95% de Δ\DeltaΔ, y estimaciones de utilidad/ROI.
* **Visualización obligatoria:** graficar densidades de Beta para p\_A y p\_B y la densidad de Δ\DeltaΔ; gráfico de evolución temporal de P(pB>pA)P(p\_B>p\_A)P(pB​>pA​) conforme entran datos (secuencial).
* **Diagnósticos:** chequear sensibilidad a la prior (ver punto siguiente), revisar balance por covariables, examinar si hay subgrupos donde efecto sea diferente.

**En el ejemplo:** P(pB>pA)=95.82%P(p\_B>p\_A)=95.82\%P(pB​>pA​)=95.82% y E[Δ]=2.72\mathbb{E}[\Delta]=2.72E[Δ]=2.72pp → indica evidencia estadística y una mejora relevante si tu umbral práctico ≤2.72pp (o si δ=1.5\delta=1.5δ=1.5 pp, la mejora es relevante).

**7. Decisión (reglas finales y cierre)**

* **Regla predefinida (aplicada):**
  + Condición para declarar ganador B: P(pB>pA)≥0.95P(p\_B>p\_A)\ge 0.95P(pB​>pA​)≥0.95 **y** P(Δ≥δ)P(\Delta\ge \delta)P(Δ≥δ) suficientemente alta o E[Δ]\mathbb{E}[\Delta]E[Δ] ≥ δ\deltaδ.
  + Si sólo P(pB>pA)P(p\_B>p\_A)P(pB​>pA​) supera 0.95 pero P(Δ≥δ)P(\Delta\ge\delta)P(Δ≥δ) es baja → considerar más datos o mantener control hasta confirmar impacto práctico.
* **Ejemplo aplicado:** con los resultados:
  + P(pB>pA)=95.82%≥95%P(p\_B>p\_A)=95.82\% \ge 95\%P(pB​>pA​)=95.82%≥95% → criterio de certeza cumplido.
  + E[Δ]=2.72\mathbb{E}[\Delta]=2.72E[Δ]=2.72pp ≥ δ=1.5\delta=1.5δ=1.5pp → criterio de magnitud cumplido.
  + → **Decisión:** adoptar Variante B.
* **Cierre del experimento:** registrar fecha y razón de cierre (criterio alcanzado), almacenar snapshot de datos y código, ejecutar análisis de efecto por subgrupos y cálculo de utilidad.
* **Si el resultado hubiera sido liminal:** (ej. P(pB>pA)=0.80P(p\_B>p\_A)=0.80P(pB​>pA​)=0.80 y E[Δ]=1.0\mathbb{E}[\Delta]=1.0E[Δ]=1.0pp) → mantener A o hacer experimento adicional, o lanzar prueba enfocada en subgrupo prometedor.